

n° 120

AUTOMNE 2012

ANALYSEUR DE SPECTRE POUR PC

- Barre à LED pour Ecran Plat
- MINILAB : Récepteur FM
- Programmeur CPLD
- Alarme à ultrasons

Amplificateur HF 30 W

**SOMMAIRE
DÉTAILLÉ
PAGE 4**

N° 120 SEPTEMBRE 2012

M 04662 - 120 - F: 7,50 € - RD



LES KITS DU MOIS...LES KITS DU MOIS

MINILAB OU APPRENDRE L'ÉLECTRONIQUE EN SE DIVERTISSANT

VERSION AVANCÉE



VERSION JUNIOR



Pour étudier facilement l'électronique, il ne suffit pas d'apprendre les formules dont dépendent les circuits mais il est indispensable de pouvoir construire ces derniers et d'en expérimenter le fonctionnement. Ce kit est un mini laboratoire d'électronique – oh vous verrez tout de suite qu'il n'a de mini que le nom et cette «accroche» n'a pas d'autre but que d'éviter de vous effrayer – destiné aux petits ou aux grands commençants (jeunes et moins jeunes mais désirant se former à l'électronique sans «se faire suer»). Ce MINILAB comporte en effet une plaque d'essais permettant d'essayer le circuit (voir s'il fonctionne) avant même de le monter sur circuit imprimé; mais il contient aussi tous les appareils de laboratoire nécessaires. En effet la console **MINILAB EN3000** comprend:

- une alimentation double symétrique $\pm 15\text{ V} - 0,4\text{ A}$;
- un générateur de signaux sinusoïdaux, carrés, triangulaires, variable de 1 Hz à 8 kHz ;
- un générateur d'impulsions - un multimètre comprenant voltmètre, ampèremètre et ohmmètre - un amplificateur - un haut-parleur.

Le **MINILAB EN3000** est disponible en deux versions: Junior pour les débutants et Avancée pour les élèves de niveau supérieur. Le **MINILAB EN3000** est également disponible tout monté et réglé, à la norme CE pour ceux qui le demandent pour seulement 50 € supplémentaires.

- La version Junior **EN3000J** comprend le MINILABEN3000 plus l'ensemble des cours d'électronique publiés dans la revue - Apprendre l'électronique en partant de zéro- (Disponible sous forme de CDROM)
- La version Avancée **EN3000A** comprend le MINILABEN3000 plus l'interface oscilloscope/analyseur de spectre BF EN1690 et son logiciel.

EN3000A ... Kit complet version avancé, livré avec boîtier299,00 €
EN3000AKM Kit complet version avancé, livré monté.....360,00 €

EN3000J Kit complet version junior, livré avec boîtier 229,00 €
EN3000JKM Kit complet version junior, livré tout monté 280,00 €

PROGRAMMATEUR POUR CPLD

Ce kit est un dispositif permettant la programmation de composants à logique programmable de type CPLD & FPGA. Il permet de créer un circuit intégré numérique spécifique à une application donnée. Grâce au logiciel Quartus II vous pourrez effectuer les opérations suivantes :

- 1.Création d'un projet : description du circuit et conception du schéma.
- 2.Analyse et synthèse : vérification de conformité formelle et lexicale du code et de la compatibilité des liaisons.
- 3.Place & Route (cartographie) : recherche de stratégies complexes, pour adapter à la structure interne de la CPLD le matériel décrit et de créer une structure optimisée de manière à utiliser le plus petit nombre de LE (Logic Elements) en un espace physique le plus étroit possible.
- 4.Simulation : L'analyse temporelle produit une série de reports sur les retards temporels entre les différents signaux du circuit. On peut observer les retards de registre et en particulier le retard maximum entre deux registres, le retard de propagation maximum entre une broche d'entrée et une broche de sortie, le retard maximum que l'on a entre le front d'horloge et l'apparition du signal à la sortie d'un registre sur une broche de sortie.
- 5.Programmation et configuration : standard JTAG

*Caractéristiques techniques :

- Connexion sur port parallèle. - Alimentation +12 DC - Programmation au standard JTAG



EN1685..... Kit interface avec soft (italien) sans boîtier37,80 €
EN1685KM.Version monté avec son soft56,70 €
EN1686..... Kit programmeur avec module KM1686 71,10 €
EN1686KM.Version monté avec module KM1686 99,50 €

AMPLIFICATEUR HI-FI STÉRÉO 2X20 W EN CLASSE D



EN1794..... Kit amplificateur Hi-Fi stéréo avec boîtier 91,00 €
EN1794KM.Kit amplificateur Hi-Fi stéréo version monté.....127,40 €

Ce kit est un amplificateur Hi-Fi stéréo 2x20 W en classe D (à commutations des transistors de sortie) de dimensions réduites. Son rendement atteint 92 %. Toute l'électronique de commande et de puissance est contenue dans un boîtier CMS TQFP 48 broches.

Caractéristiques techniques :

- 20 Wrms sur 8 Ω par canal de puissance avec une tension d'alimentation de 19 VDC -10 Wrms sur 8 Ω out 15 W sur 4 Ω avec une tension d'alimentation de 12 VDC (véhicules) - Sélecteur d'entrées symétriques/asymétriques
- Contrôle du gain par sélecteur - Fonction mute - Réglage du volume
- Protection contre les court-circuits en sortie - Distorsion THD 0.3 % à 10 W 4 Ω sous 12 V.

LES KITS DU MOIS...LES KITS DU MOIS

BARRE À LED POUR TÉLÉVISEUR



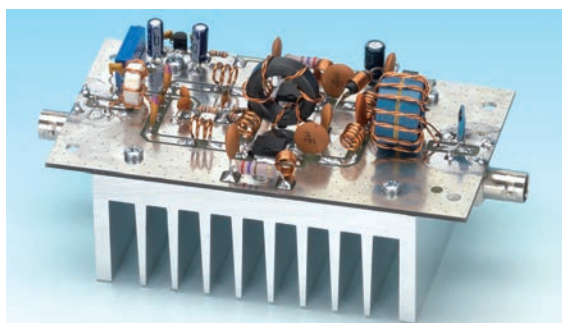
Ce kit est un éclairage diffus qui, sans créer de zone d'ombre ni des contrastes, produit une atmosphère relaxante et confortable. Il permet de regarder la télévision avec tout le confort possible et sans fatiguer les yeux tout en réduisant les atteintes à la fonction visuelle. De plus, la luminosité des LED varie en fonction de l'image du téléviseur. Le kit est vendu avec 2 EN1689/B.

*Caractéristiques techniques :

-24 LED réparties en 6 barres de 4 LED
Alimentation : 230 V AC
luminosité variant en fonction du signal vidéo
lumière bleue

EN1689..... Kit complet avec boîtier118,50 €
EN1689KM.Kit avec boîtier version montée 153,90 €

AMPLIFICATEUR HF 30 W LARGE BANDE



Ce kit est un amplificateur HF d'une puissance de 30 W, sa fréquence de travail est comprise entre 10 MHz et 110 MHz. Grâce à une paire de MOSFET PD55015 en configuration «push-pull», cet amplificateur ne nécessite aucun point de réglage.

*Caractéristiques techniques :

Alimentation : 28 V DC / 2 A
Gamme de fréquence : 10 MHz à 110 MHz avec une linéarité de ± 2 dB
Gain en puissance : + 18 dB
Puissance maximale en entrée : 0,5 W

EN1793..... Kit amplificateur livré sans boîtier99,70 €
EN1793KM.Kit amplificateur version montée 129,90 €

DÉTECTEUR À ULTRASONS



Ce kit est un détecteur à ultrasons pouvant être utilisé dans un garage afin d'éviter les chocs contre les murs. Il peut être fixé à un mur au fond du garage, en le réglant de telle manière que lorsque la voiture se trouve à environ 10-15 cm du mur, une ampoule s'allume ou bien un buzzer sonne pour avertir.

*Caractéristiques techniques :

-Alimentation : 12 V DC - Pouvoir de coupure du relais 230 VAC / 1 A
-Distance réglable par potentiomètre (de 1 à 15 cm)

EN1722..... Kit détecteur à ultrasons avec boîtier 79,50 €
EN1722KM.Kit complet version monté104,20 €

ALIMENTATION 9V – 12V – 15V



Ce kit est une alimentation fixe pouvant fournir 3 tensions positives différentes en fonction de la configuration des composants. On peut obtenir 2 tensions fixes soit 9 V et 12 V 0,4 A ou 12 V et 15 V 0,4 A

*Caractéristiques techniques :

-Alimentation : 230 V AC
-Tensions de sortie : 9 V - 12 V ou 12 V - 15 V
-Courant de sortie : 0,4 A
-Protection contre les courts-circuits en sortie

EN1719..... Kit Alimentation avec boîtier38,50 €
EN1719KM.Kit complet version monté52,70 €

ANTIVOL À ULTRASONS



Ce kit est un antivol à ultrasons qui détecte n'importe quel objet en mouvement dans un rayon de 4 mètres. Le relais s'active lors de la détection. Il peut être utilisé dans l'habitacle d'une voiture ou dans une pièce d'une maison. (Ne s'utilise pas en extérieur).

*Caractéristiques techniques :

-Alimentation : 12 V DC
-Pouvoir de coupure du relais 230 VAC / 1 A
-Distance réglable de 3 à 4 m

EN1724..... Kit antivol à ultrasons avec boîtier 77,00 €
EN1724KM.Kit antivol version monté101,00 €

COMELEC

CD 908 - 13720 BELCODENE

Tél.: 04 42 70 63 90

Fax: 04 42 70 63 95

www.comelec.fr

Expéditions dans toute la France. Moins de 5 Kg : port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. Bons administratifs acceptés.

WIKIPEDIA 05

La neutralité par la confrontation.



Wikipedia est une encyclopédie multilingue librement consultable sur le Web, fondée sur la certitude que chacun possède des connaissances qu'il peut partager avec les autres. L'ambitieux projet, lancé le 15 Janvier 2001 en langue anglaise, a vu naître 13 autres éditions en seulement quatre mois. Disponible aujourd'hui en plus de 270 langues, Wikipedia aborde les sujets typiques des encyclopédies traditionnelles et ceux présents dans les almanachs, les dictionnaires géographiques et les publications spécialisées..

Le futur de l'édition 07

Papier ou numérique, quel avenir ?



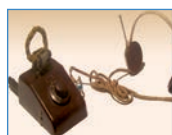
Les spécialistes ne prévoient pas la disparition dans un avenir immédiat de la presse imprimée sur papier. Le consommateur choisira toujours davantage et l'éditeur évaluera avec une attention toujours plus grande où et comment investir les précieuses ressources, comme le papier. Pour certains media, le papier reste le véhicule le mieux adapté. D'un autre côté, les publications numériques ne créent pas de rebut lorsqu'elles sont rejetées, elles peuvent être archivées pour une durée indéfinie sans prendre trop de place et elles sont toujours disponibles sur notre iPad. Ces avantages extraordinaires poussent un public toujours plus nombreux à redéfinir sa manière de communiquer et de s'informer.

Analyseur de spectre pour PC 11



Saviez-vous que votre ordinateur peut se transformer en un excellent analyseur de spectre pour la bande audio ? En installant sur l'ordinateur le logiciel «Visual Analyser» et en reliant à la prise USB la platine d'interface EN1690, vous serez en mesure non seulement de trouver le spectre de n'importe quel signal électrique, mais encore d'effectuer d'intéressantes mesures en Hi-Fi. Cet article vous explique comment s'applique le théorème de Fourier et en quoi consiste l'analyse harmonique d'un signal électrique.

MINILAB : récepteur FM à super-réaction37



Dans cet article, nous continuons notre série de propositions d'applications pour le Minilab. Cette fois nous allons vous apprendre à construire, avec une poignée de composants, une minuscule radio : un véritable récepteur FM dans la bande 88-108 MHz.

Barre lumineuse à LED pour téléviseur..... 46



Pour optimiser la luminosité, les nouveaux téléviseurs LCD ont des écrans rétro-éclairés par des LED lesquelles, sur les modèles les plus sophistiqués, en plus d'être RGB (rouge, vert et bleu), augmentent et diminuent leur luminosité en fonction des scènes reçues et visualisées par le téléviseur.

Amplificateur linéaire RF large bande 30 W57



Avec une paire de MOSFET PD55015, il est possible de réaliser un excellent amplificateur de puissance à large bande sans aucun point de réglage. La configuration «push-pull» a permis d'obtenir une puissance de sortie comprise entre 20 et 30 W.

Applications XOR et XNOR 67

avec le programmeur CPLD



Cet article est dédié aux applications pratiques réalisées avec notre programmeur pour dispositifs CPLD EN1685. Nous vous proposons deux montages avec Quartus II, de la création à la programmation de votre PLD, qui vous permettront de mettre en pratique vos connaissances en la matière...et bien sûr d'utiliser votre programmeur construit dès les numéros 101 et 102 d'ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE et dont nous rappelons le matériel en fin d'article.

Montage à ultrasons intéressant 77



Si vous voulez vous amuser, réalisez ce circuit à deux capsules ultrasoniques. La fréquence générée par la capsule émettrice n'est pas audible parce qu'elle travaille à 40 kHz. Grâce à ce montage, vous découvrirez comment produire les 40 kHz à envoyer à la capsule émettrice et comment amplifier le signal capté par la capsule réceptrice.

Antivol à ultrasons 85



Ce circuit à ultrasons détecte n'importe quel objet en mouvement se trouvant en deçà d'une distance d'environ 4 mètres, vous pourrez donc l'utiliser comme antivol ou bien pour contrôler la qualité absorbante d'un matériau acoustique lequel, s'il est efficace, ne pourra réfléchir les ultrasons.

Mini alimentation 9-12-15 V 0,4 A 92



Cette alimentation a été conçue pour alimenter de petits circuits expérimentaux réclamant une tension de 9-12-15 V et un courant ne dépassant pas 0,4 A. Étant données ses dimensions réduites, vous pourrez la placer à l'intérieur du circuit à alimenter.

Le bulletin d'abonnement se trouve page..... 96

Les petites annonces se trouvent page..... 97

Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 5 Septembre 2012
Crédits Photos : Corel, Futura, Nuova, JMJ

**Tous les articles et les revues sont
téléchargeables sur notre site internet
<http://www.electronique-magazine.com>**

**LISEZ
ELECTRONIQUE
ET LOISIRS
LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS**

WIKIPEDIA

par Alexandra Fraschini



La neutralité par la confrontation



Wikipedia est une encyclopédie multilingue librement consultable sur le Web, fondée sur la certitude que chacun possède des connaissances qu'il peut partager avec les autres. L'ambitieux projet, lancé le 15 Janvier 2001 en langue anglaise, a vu naître 13 autres éditions en seulement quatre mois. Disponible aujourd'hui en plus de 270 langues, Wikipedia aborde les sujets typiques des encyclopédies traditionnelles et ceux présents dans les almanachs, les dictionnaires géographiques et les publications spécialisées.

La caractéristique principale de cette encyclopédie est qu'elle est entièrement écrite par des volontaires : quiconque peut créer ou modifier un article instantanément. Les usagers s'occupent même d'approuver les règles et les idées directrices régissant le fonctionnement de l'encyclopédie. Il est donc très improbable qu'un article ait un unique auteur : il est souvent le fruit du travail de dizaines, voire de centaines de personnes partageant leurs connaissances pour en modifier et en perfectionner le contenu. Le résultat est une «élaboration permanente» jamais achevée, une constante évolution vers la perfection. Parmi ses principes fondamentaux, Wikipedia se fixe comme objectif d'arriver à un point de vue d'une complète neutralité, en encourageant les personnes aux opinions différentes à les confronter et à œuvrer ensemble afin de rendre les articles équilibrés et reflétant la diversité des voix. Tous les textes de Wikipedia sont sous licences libres, la GNU Free Documentation License (GFDL) et la Creative Commons Attribution-Partage, abrégée en CC-BY-SA ; ils peuvent donc être utilisés, modifiés et redistribués avec une grande liberté, pourvu que les spécifications de la licence soient respectées, en particulier l'obligation de citer la source.

Wikipedia, en union avec les projets frères, est le cinquième site le plus populaire au monde et il attire plus de 410 millions de connexions par mois (selon les chiffres de comScore Media Metrix, de novembre 2010).

En Janvier 2012 Wikipedia était disponible en plus de 270 langues et offrait plus de 17 millions d'articles écrits par une communauté globale de plus de 100 000 usagers enregistrés.

■ L'histoire de Wikipedia

Wikipedia commence comme projet complémentaire de Nupedia, un site dédié à la création d'une encyclopédie libre en ligne, dont les articles étaient rédigés par des spécialistes par l'intermédiaire d'un processus formel de révision. Nupedia fut fondé le 9 Mars 2000 par la société Bomis, propriétaire du portail de recherche éponyme. Les personnalités principales en étaient **Jimmy Wales**, alors PDG de Bomis et **Larry Sanger**, rédacteur en chef de Nupedia. Le succès rapide de Wikipedia en fait très vite le projet dominant et Nupedia, cannibalisé, disparaît en 2003.

Mi 2003, **Wales** fonde Wikimedia Foundation, une organisation sans but lucratif dont le siège social est à San Francisco, en Californie : la fondation doit servir de support à Wikipedia et à ses projets les plus urgents. Les premiers ordinateurs utilisés par Wikimedia ont été donnés par **Wales** à la fondation. Depuis, **Wales** est toujours plus impliqué dans la divulgation et la promotion des projets de la fondation ; après avoir été président du conseil d'administration de la fondation, il en est actuellement (depuis 2008) président émérite. À l'époque de la recherche de fonds en février 2005, la Wikimedia Foundation était exclusivement soutenue par les dons. **Wales** a parfois été surnommé «le dictateur bénévole» de Wikipedia, ou son «Dieu-Roi». La célèbre revue Wired, décrivant Wikipedia dans son édition de mars 2005, écrit que «Le Dieu-Roi conduit une Hyundai». Bien que fondateur de la Wikimedia Foundation, **Wales** s'assure un contrôle efficace en introduisant dans le conseil d'administration, constitué de cinq personnes en plus de lui-même, deux hommes d'affaires ne faisant pas partie des usagers de Wikipedia. Il peut ainsi se prévaloir d'une majorité quel que soit le vote.

■ Lignes de conduite non négociable

Wikipedia demande à ses collaborateurs d'observer un point de vue neutre quand ils rédigent et de ne pas insérer de recherche originale car, une encyclopédie étant une source tertiaire, les articles ne doivent pas contenir l'opinion d'une seule partie, mais plutôt donner les diverses théories inhérentes au sujet traité. Ces théories doivent être présentées de manière claire, impartiale, proportionnelle à leur importance et en faisant référence aux sources correspondantes. Aucune théorie ne doit être présentée comme «la meilleure» ou comme «la vérité», mais doit être le plus possible soutenue par des sources disponibles, spécialement dans les articles portant sur des sujets controversés ; l'objectif de l'encyclopédie est de présenter les discussions et les décrire plutôt que d'y prendre parti. Cette politique impose que chaque point de vue soit traité de manière adéquate pour être compris du lecteur. Les opinions et les théories inédites sont considérées comme des recherches originales et ne sont pas publiées dans Wikipedia.

■ Le principe Wiki

Grâce au principe Wiki, toutes les modifications des articles de Wikipedia sont maintenues en une chronologie des versions accessibles à tout le monde. Wikipedia est par conséquent la première dans l'absolu parmi les grandes encyclopédies à offrir à quiconque la possibilité d'observer le développement d'un article dans le temps et de vérifier si, comment et où le contenu a fait l'objet de controverses. Tous les points de vue contestés, exprimés à un moment donné et effacés ensuite, restent visibles par tout le monde et fournissent des informations complémentaires sur le sujet de l'article et sur son degré de controverse, ce qui lui ajoute une dimension temporelle.

■ Qui paye pour Wikipedia? Les dons...

Wikipedia est quelque chose de complètement différent d'un site Web commercial. Il est le résultat du travail d'une communauté de volontaires. Une fois par an, le fondateur lance une campagne de souscription et de dons en argent afin de permettre au projet de s'autofinancer.

Citons les mots de **Jimmy Wales** : *«Ensemble nous pouvons parvenir à maintenir la gratuité de Wikipedia et sa liberté par rapport à la publicité ; que l'encyclopédie reste disponible et que chacun puisse utiliser les informations qu'elle contient au mieux selon son propre point de vue. Nous pouvons lui faire poursuivre sa croissance, faire qu'elle continue à diffuser des informations et la culture partout et à la maintenir ouverte à la participation de tous. Chaque année, en cette période, nous te demandons instamment, à toi comme à tous les membres de la communauté de Wikipedia, de nous aider à soutenir notre projet commun par un petit don de 20, 35, 50 ou la somme que tu veux et que tu peux donner. Si tu penses que Wikipedia est une source d'information – et une source d'inspiration – j'espère que tu te décideras à le faire aujourd'hui.»*

Par ailleurs, inspiré par le succès de Wikipedia, **Wales** a fondé deux projets à buts lucratifs avec Angela Beesley : Wikia (en 2004, sous le nom de Wikicities), un service de hosting wiki et un moteur de recherche style wiki, Wikia Search, en 2008.

■ Wikipedia survivra-t-il ?



En Octobre 2011, les usagers européens de Wikipedia ont cru nécessaire de rendre temporairement inaccessibles les articles de l'encyclopédie afin de protester contre des projets de réforme européens risquant de menacer la neutralité de Wikipedia. Des amendements ont finalement été proposés. Le mode de croissance de Wikipedia et les développements décrits ci-dessus, ainsi que les innombrables sites wiki se basant sur le même logiciel, font penser que les activités dans le secteur de l'encyclopédie libre ont et continueront à avoir des conséquences importantes sur la société toute entière. Les conférences internationales sur les initiatives de Wikimedia contribuent aussi au débat sur son avenir : la première, Wikimania 2005, s'est tenue à Frankfort (5/8 Août 2005) et la prochaine doit se tenir à Washington D.C.

■ Qui sont les Wikipédiens ?

En France, la croissance des contenus de Wikipedia depuis deux ans s'appuie sur une base de contributions régulières et l'on peut s'attendre à une augmentation du nombre des «wikipédiens» engagés dans son développement : en effet, notre remarquable patrimoine culturel et l'importance de la francophonie dans le monde devraient donner lieu à de nouveaux articles spécifiques. Jusqu'ici pas mal d'articles en Français sont des traductions d'articles en d'autres langues, principalement en Anglais. Mais la forte croissance des contributeurs et du nombre moyen des interventions laisse supposer qu'à l'avenir de nouvelles informations propres aux usagers français viendront s'agréger à l'encyclopédie libre.

Les contributeurs de Wikipedia ont des origines et des parcours très différents : se sont des étudiants, des enseignants, des spécialistes ou de simples passionnés d'un sujet. Chacun contribue à son propre centre d'intérêt. Un des principes de Wikipedia est que chaque personne a le droit d'apprendre, mais en même temps quelque chose à enseigner. Les participants sont libres de décider de se créer une identité avec un nom d'utilisateur et un mot de passe ou non : en effet, l'enregistrement n'est pas obligatoire.

LE FUTUR de l'ÉDITION

par Alexandra Bolgan



Papier ou numérique ? Quel avenir ?



Les publications numériques remplaceront-elles les traditionnels media papier ?

Les spécialistes ne prévoient pas la disparition dans un avenir immédiat de la presse imprimée sur papier. Le consommateur choisira toujours davantage et l'éditeur évaluera avec une attention toujours plus grande où et comment investir les précieuses ressources, comme le papier. Pour certains media, le papier reste le véhicule le mieux adapté. D'un autre côté, les publications numériques ne créent pas de rebut lorsqu'elles sont rejetées, elles peuvent être archivées pour une durée indéfinie sans prendre trop de place et elles sont toujours disponibles sur notre iPad. Ces avantages extraordinaires poussent un public toujours plus nombreux à redéfinir sa manière de communiquer et de s'informer.

■ **Les éditions en ligne des journaux disparaîtront-elles avant les éditions papier ?**

C'est ce que soutient le médiologue B. Grillo : les versions numériques seront éliminées pour des raisons d'asphyxie économique et seules les publications en ligne « historiques » se maintiendront. Ceci dit, parmi les 100 premiers sites Web de France on trouve différents quotidiens et leur rente publicitaire dépasse de beaucoup les dépenses. Quant aux journaux qui n'existent qu'en ligne, il s'agit d'initiatives trop récentes pour pouvoir prévoir si et comment elles résisteront.

B. Grillo, par exemple, prévoit sur son blog la mort, par asphyxie économique, non pas de tous les gros titres numériques mais des éditions en ligne des quotidiens ayant d'abord existé uniquement sur papier. Ce qui, soutient-il, incline à la confiance envers "l'avenir de l'information". « L'édition en ligne des journaux est essentiellement passive et elle n'est la plupart du temps qu'un copié-collé de

l'édition papier, mais elle a le coût de la bande, du serveur, des logiciels (...). Quand les journaux papier seront sur le point de fermer, pour résister encore quelques mois ou un an, ils feront des coupes dans les coûts de réseau et vivront des maigres ventes du papier. Comme dans la saga de Highlander, seuls les premiers survivront, grâce à leur foi en l'avenir de l'information ».

Et pourtant, parmi les 100 premiers sites Web francophones les plus visités on trouve divers journaux, dont tous émanent de quotidiens papier : Le Monde, Le Figaro, Libération, Ouest-France, La Montagne, Nice Matin, Le Canard Enchaîné, L'Équipe... Les premiers ont plusieurs millions d'utilisateurs par mois et des centaines de millions de pages visitées, ce qui fait penser à une rente publicitaire de plusieurs millions d'euro, soit bien plus que les « coûts d'exploitation ».

Dans les coûts des quotidiens en ligne nous avons la bande, le serveur et les logiciels, mais pour sûr nous n'avons pas le papier, ni la distribution, ni l'imprimerie industrielle. Les premiers sont incroyablement inférieurs aux seconds et la rupture est facile. Ce qui est certain c'est que nous verrons naître, ou de toute façon évoluer, différents modèles de business et – je crois – nous aurons inévitablement une phase de convergence entre certains éditeurs papier et certains éditeurs Web, phase dans laquelle le papier, en déclin mais avec encore un peu de carburant, tirera son épingle du jeu face au Web.

■ **Aux USA les lecteurs de journaux en ligne se multiplient, mais cela ne compense pas la baisse des lecteurs papier**

Un sondage du Pew Research Center enregistre une augmentation significative du temps passé par les américains (USA) à l'information (70 minutes par jour) mais il confirme par ailleurs le manque de compensation papier/en ligne pour les journaux.

Ces données sont tirées d'une vaste recherche menée par Pew Research Center for the People and the Press sur un échantillon de 3 000 habitants américains appelés au téléphone (fixe ou mobile). Selon cette enquête, 17% (la veille de l'appel) n'avaient eu accès à aucune source d'information, en dépit des mobiles, podscats, réseaux sociaux et flux RSS. 44% des américains – selon Le Figaro dans le blog dédié aux media – se sont informés au moyen d'une ou plusieurs plateformes numériques : Web (34%), mobiles, email, réseaux sociaux, podcast. 36% l'ont fait en utilisant une source numérique ou une source traditionnelle, alors que 39% de l'échantillon se sont basés sur les seuls media traditionnels. «Seulement 9% des américains ont utilisé uniquement les supports numériques pour s'informer», souligne Pew.

Les **moteurs de recherche** jouent un rôle croissant pour l'accès à l'information. 33% des interpellés utilisent régulièrement les moteurs de recherche pour s'informer sur un sujet déterminé, contre 19% en 2008. Au contraire, la plupart des usagers de Facebook et de Twitter ne signalent quasiment jamais qu'ils ont trouvé des nouvelles. Quelques rares quotidiens on réussi à rajeunir leur propre lectorat, spécialement grâce à des offres en ligne, remarque Pew. C'est le cas par exemple du New York Times, 67% des lecteurs ont moins de 50 ans (contre 55% de la moyenne nationale) et un peu plus d'un tiers (34%) ont moins de 30 ans (contre une moyenne 23%). Son site Web – nytimes.com – est cité spontanément par environ un internaute en dessous de 30 ans sur 10 quand il s'agit de citer les sites Web consultés pour s'informer.

Le cas des livres est plus édifiant. Environ un tiers (35%) de l'échantillon a dit avoir lu un livre la veille du sondage : un pourcentage stable dans les dix dernières années, même si ce chiffre doit tenir compte désormais de 4% des usagers qui ont lu un ebook.

Fraîcheur de l'information. Pour quel motif les internautes consultent-ils une source plutôt qu'une autre ? Selon Pew, c'est avant tout pour avoir les dernières nouvelles de l'actualité que les usagers choisissent de consulter CNN (64%), le Tg des 20 (59%), un quotidien (53%) comme USA Today (52%) ou des blogs politiques (27%). Enfin, les enquêtes approfondies intéressent dans l'ensemble moins et sont surtout recherchées dans le Wall Street Journal (37%) ou dans le New York Times (33%). Ce désir d'information «fraîche», rendu plus fort par la facilité d'accès que permet le numérique, fait que nombre de personnes qui s'informent «de temps en temps» croît au détriment de celles qui s'informent à heure fixe.

■ Journaux : le papier est encore roi

Les contenus des quotidiens des USA sont encore lus par plus de 95% sur papier. **Martin Lagenfeld**, du **Nieman Journalism Lab**, met à jour les données qu'il avait diffusées il y a un an et découvre que dans l'ensemble les proportions n'ont pas changé, mais que le temps et l'attention dédiés aux journaux ont encore chuté. Alors que les quotidiens perdent des lecteurs côté papier, cette perte de succès ne se retrouve pas en ligne ; au pire le succès en ligne des contenus des journaux est stationnaire.

Cela, commente Lagenfeld, signifie que les lecteurs qui migrent vers les media en ligne trouvent les informations la plupart du temps sur des sites qui ne sont pas ceux des journaux papier. Au cours des neuf derniers mois, les journaux ont chuté, qu'il s'agisse de journaux papier ou en ligne : le pourcentage des pages vues pour les sites des quotidiens a chuté à 0,63% et le temps passé est descendu à 0,50% du total du trafic Web. Seulement entre 3 et 5% des contenus des journaux USA sont consommés en ligne ; tout le reste est «consommé» sur papier : que ce soit en terme de nombre de pages ou de temps passé à lire.



Lagenfeld raconte : «Il y a un an, un post sur le Nieman Journalism Lab révélait que seulement 3% de la consommation des contenus des journaux se faisait en ligne ; le reste était «consommé» à l'ancienne, c'est-à-dire de cette fascinante manière consistant à parcourir des lignes d'encre sur des feuilles de papier qui naguère étaient du bois et des arbres. Étant donnée l'attention continue consacrée à cette conclusion, je suis allé revoir les chiffres afin de voir si quelque chose avait changé. Moyennant quelques mises à jour et quelques données en plus, la conclusion générale est en gros la même : les journaux n'ont pas amené beaucoup de lecteurs sur leurs sites Web et n'ont pas non plus accompagné la migration de leur lectorat sur la Toile. Les mesures combinées du lectorat en ligne et sur papier – en pages vues ou en temps passé – montre au contraire une usure significative de l'audience totale des contenus des journaux et que la fraction de cette audience qui consomme les contenus en ligne se compte sur les doigts de la main».

Après une série de calculs et de projections complexes, Lagenfeld retient que chaque mois 70 602 milliards de pages de journaux imprimés sont lues. En ligne les pages lues seraient au nombre de 3 382 milliards. L'ensemble papier et en ligne s'élève donc à 73 984 milliards de pages vues par mois (contre 90 300 milliards l'année précédente). 95,43% ont été lues sur papier et 4,57% en ligne.

Par conséquent, c'est la relative bonne nouvelle, le pourcentage en ligne a augmenté de 3,5 à 4,57%. La mauvaise est que la lecture des contenus des quotidiens USA a dans l'ensemble chuté d'un cinquième.

■ Publicité : dépassement «historique» du numérique au détriment du papier

La publicité en ligne dépassera cette année celle sur papier, qui continue à perdre même en terme de diffusion et de lecteurs. Les dernières estimations de eMarketer ont été accueillies par beaucoup avec enthousiasme, comme un "dépassement historique". Il s'agit en effet d'un croisement entre deux lignes tendanciennes qui marque "un changement d'horizon désormais inéluctable", comme le note G. Dotta sur Webnews.it. C'est aussi parce que sur certains marchés déséquilibrés, comme celui des USA, le poids des insertions sur les quotidiens papier par rapport à l'ensemble des publicités est d'environ 80%.

Selon eMarketer, la dépense publicitaire sur les journaux (papier et en ligne) a chuté de 6,6%, soit de 27,6 milliards de dollars en 2009 à 25,7 milliards, alors que celle sur les seuls journaux papier s'est arrêtée à 22,8 milliards ; les investissements en publicité en ligne ont en revanche augmenté de 13,9%, soit 25,8 milliards de dollars. Le dépassement inévitable des investissements publicitaires en ligne par rapport à ceux sur papier, au niveau mondial – selon Key4biz.it – n'est autre que le signe évident d'un déplacement des contenus vers la Toile, à son tour suivi par les affaires et par la publicité. Dans les prochaines années, en outre, les analystes du secteur s'attendent à une croissance plus décisive du canal mobile, lequel vaut déjà environ 1 milliard de dollars (+28% sur 2009).

■ Wired retourne au papier?

Selon un bref article publié sur le site Web Women's Wear Daily, les ventes de certaines des principales revues ayant réalisé une version numérique de leurs publications destinées à la fonction sur **Apple iPad** sont en chute par rapport aux volumes du début. Les données considérées par WWD ont été diffusées par Audit Bureau of Circulations. En Mai 2011 on a assisté au début de la version numérique de **Wired** pour iPad, qui a totalisé une vente de cent mille exemplaires le premier mois. Les résultats actuels seraient cependant bien éloignés de ceux du début : en Octobre et en Novembre 2011, Wired aurait en effet vendu 22 000 et 23 000 exemplaires sur iPad, alors que la traditionnelle version papier a atteint 130 000 exemplaires pendant ces mêmes mois d'Octobre et de Novembre.

Une autre revue importante, **Vanity Fair**, déplore une chute des ventes en numérique : sur iPad 8700 exemplaires ont été vendus en Octobre et Novembre, par rapport aux 10 500 des mois d'Août, Septembre et Octobre. En baisse aussi les ventes de **Glamour** : -20% en Octobre et encore -20% en Novembre, avec un total de 2 775 exemplaires vendus le dernier mois. L'édition de Novembre de **GQ** a totalisé 11 000 exemplaires numériques vendus, contre des ventes moyennes de 13 000 exemplaires entre Mai et Octobre 2011, alors que **Men's Health** est passé à environ 2 000 exemplaires vendus en Septembre et Octobre, par rapport au volume de 2 800 exemplaires du printemps. Face à cette situation, les éditeurs comptent beaucoup sur les ventes de

fin d'année/début de la suivante, c'est-à-dire de la période des fêtes, apportant de nouveaux appareils dans les mains des consommateurs.

Toutefois, il serait intéressant de chercher à comprendre quelles sont les motivations de cette chute et malheureusement les froides données ne nous permettent pas d'aller plus loin. Il est possible de supposer que le public n'est pas intéressé par un type de contenu identique à ce qui est disponible sous la forme traditionnelle papier, mais qu'il recherche un contenu qui ait un rapport essentiel avec le support (numérique) utilisé. À ce propos, il serait intéressant de voir ce qu'il adviendra dans le cas de The Daily, le quotidien numérique auquel News Corp travaille avec la création d'une rédaction consacrée exclusivement à la distribution sur iPad, tout au moins au début.

■ Les dispositifs : Ipad 2



Deux caméras vidéo pour FaceTime et les vidéo HD. Chip dual-core A5. Autonomie de 10 heures. Outre 200 nouvelles fonctions logicielles avec iOS 5. C'est iCloud. Le tout en un design surprenant, épuré et léger, épais de 8,8 mm et d'un poids de 600 grammes ou guère plus. Il navigue sur le Web, contrôle le courrier, regarde les films, lit les livres : tout devient absolument naturel. Avec Chip dual-core A5, iPad 2

est beaucoup plus rapide. Le chip A5 a deux cores («cœurs» si vous préférez ou «noyaux»), c'est pourquoi iPad peut faire le double de travail. Le multitasking est plus fluide, les applications se chargent en un instant : tout fonctionne simplement mieux ! La carte graphique est jusqu'à neuf fois plus rapide que celle de la première génération d'iPad : ainsi, tout devient plus fluide et réaliste, des jeux aux photos. Et comme le matériel et le logiciel de l'iPad sont faits l'un pour l'autre, iOS et la puce A5 optimisent la durée de la batterie, ainsi plus de risque de rester stupide !

iOS est le système d'exploitation de l'iPad. Il permet de naviguer, de lire et de tout faire (ou presque) avec le bout du doigt. Il inclut des applications puissantes, innovantes et divertissantes dont on se servirait tous les jours et même plusieurs fois par jour. Et il est la plateforme pour tout un tas d'incroyables applications faites sur mesure pour iPad et pour mettre à profit le grand écran Multi-Touch : il y a en a plus de 140 000. iCloud archive la musique, les photos, les documents et tant d'autres choses ! Grâce à la technologie push, il les envoie sans fil («wireless») à tous vos dispositifs. Ainsi, si vous achetez une chanson, prenez une photo ou si vous modifiez un événement de calendrier sur votre iPad, iCloud transfère tout sur votre Mac, iPhone et iPod touch. Sans que vous n'ayez rien à faire.

■ Revues numériques, comment éviter le retour en arrière ?

Certaines revues numériques sorties dans le monde sont en régression graduelle (alors que le matériel évolue). La formule pour dessiner des revues numériques à succès doit prendre en compte une série de considérations :

Étude des contenus et conception multi plateforme.

Une revue «nouvelle» ne naît pas de rien et jamais aucun logiciel ne pourra suppléer au manque d'idée. Directeurs, rédacteurs, directeurs artistiques, infographistes, mais également photographes, illustrateurs, vidéastes ... tous devront comprendre et développer cette forme nouvelle de communication et d'information.

Réélaborer la forme des revues, en sortant des schémas anciens et de la culture du passé et du papier.

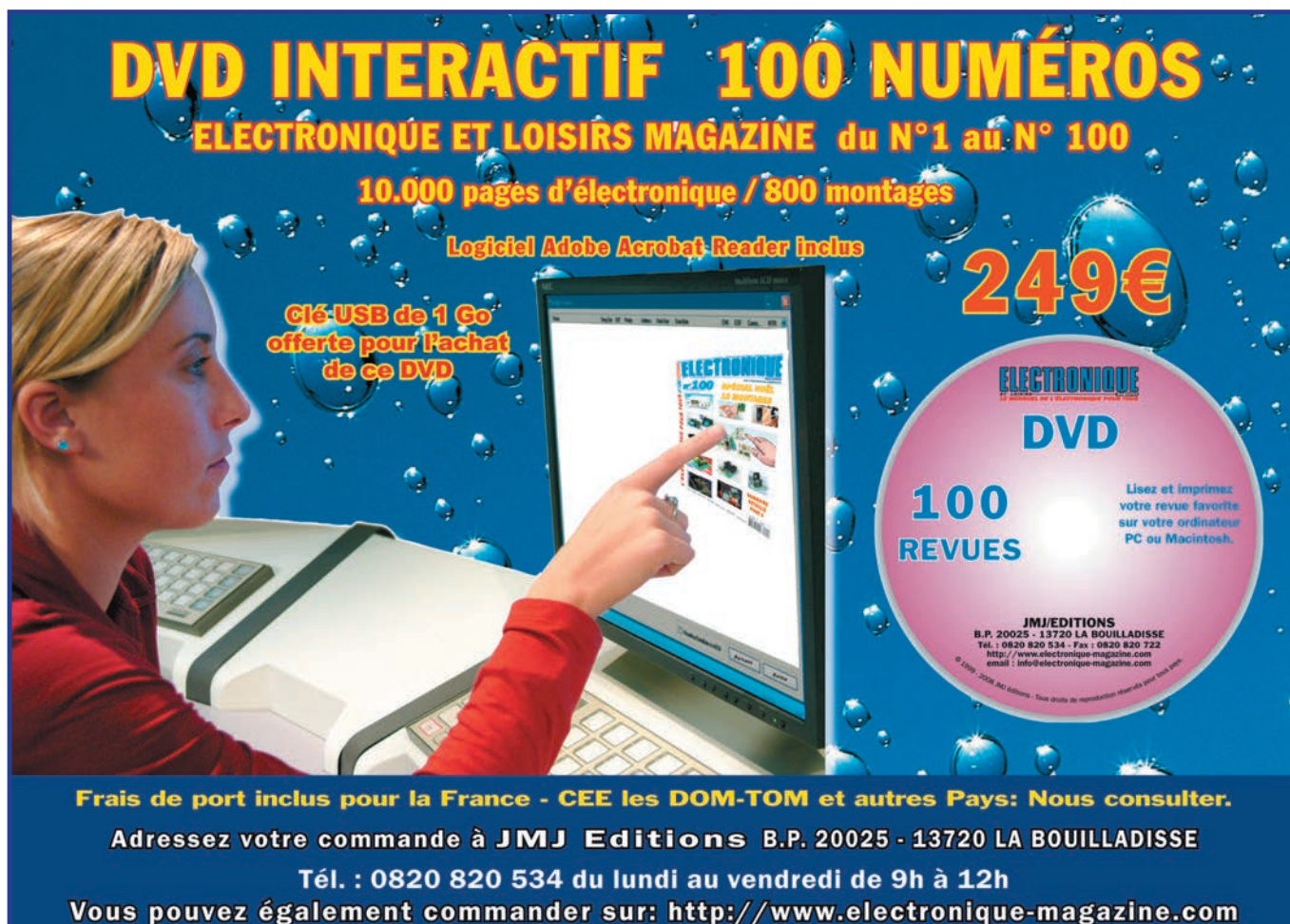
Ne pas demander à la technologie et au logiciel de tout résoudre. Nous avons vu tant de réalisations qui sont parties de la solution logicielle. Avant, il faut comprendre où l'on veut aller*, ensuite seulement on pourra choisir l'éventuelle plateforme technologique.

Penser publications nouvelles, non conversions de produit papier. Les nouveaux produits éditoriaux, qui n'existeront qu'en technologie numérique, donneront de nouvelles impulsions au marché. Et, en les pensant nouvelles, cela a du sens de les développer pour le marché international/global : il est réducteur de penser à un quelconque marché local, spécialement s'il n'est pas de langue anglaise. Les nombres, les quantités, pour une clientèle française (mais aussi italienne, allemande, espagnole) risquent d'être trop petites. Il y a tant de manières pour rendre «internationale» une clientèle, mais il serait trop long de développer complètement ce concept dans un seul article.

Penser en terme de clé globale également du point de vue des plateformes : bien qu'il soit prévisible que dans les prochains mois et années iPad ait une position dominante, il faut néanmoins ne pas «laisser la porte fermée» aux usagers qui font d'autres choix en ce qui concerne les tablettes (Androïd et pas seulement) ; ne pas oublier non plus une plateforme qui a déjà de l'avance sur presque tout le monde, c'est-à-dire l'ordinateur (dont personne ne parle).

Repenser aux coûts «de couverture»: cette dernière doit être captivante aux yeux d'un public qui a des difficultés à saisir pourquoi une version numérique doit coûter (presque) le prix d'une version papier.

* «Il n'y a pas de vents favorables pour celui qui ne sait pas où il va», disait déjà Sénèque, un stoïcien latin.



DVD INTERACTIF 100 NUMÉROS
ELECTRONIQUE ET LOISIRS MAGAZINE du N°1 au N° 100
10.000 pages d'électronique / 800 montages
Logiciel Adobe Acrobat Reader inclus
249€
CLÉ-USB de 1 Go offerte pour l'achat de ce DVD
100 REVUES
 Lisez et imprimez votre revue favorite sur votre ordinateur PC ou Macintosh.
 JMJ/EDITIONS
 B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE
 Tél. : 0820 820 534 - Fax : 0820 820 722
 http://www.electronique-magazine.com
 email : info@electronique-magazine.com
 © 1999 - 2009 JMJ éditions - Tous droits de reproduction réservés pour tous pays.

Frais de port inclus pour la France - CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.
Adressez votre commande à JMJ Editions B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE
Tél. : 0820 820 534 du lundi au vendredi de 9h à 12h
Vous pouvez également commander sur: <http://www.electronique-magazine.com>

Analyseur de spectre pour PC

Saviez-vous que votre ordinateur peut se transformer en un excellent analyseur de spectre pour la bande audio ? En installant sur l'ordinateur le logiciel "Visual Analyser" et en reliant à la prise USB la platine d'interface EN1690, vous serez en mesure non seulement de trouver le spectre de n'importe quel signal électrique, mais encore d'effectuer d'intéressantes mesures en Hi-Fi. Cet article vous explique comment s'applique le théorème de Fourier et en quoi consiste l'analyse harmonique d'un signal électrique.



Dans les numéros 105 et 106 d'**ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** nous avons présenté le logiciel **Visual Analyser** et vous avons expliqué comment, en couplant notre **platine interface EN1690** à ce logiciel (disponible gratuitement sur Internet), il est possible de transformer votre **ordinateur** en un **oscilloscope double trace**, capable d'effectuer les mesures essentielles des signaux électriques dans la **gamme des fréquences audio**.

Vous verrez dans cet article que ce même logiciel **Visual Analyser**, couplé avec la **platine d'interface EN1690**, vous permet de réaliser sur votre **ordinateur** un instrument auquel la plupart des amateurs doivent toujours **renoncer** à cause du coût prohibitif, mais qui n'en demeure pas moins

fort utile pour quiconque s'occupe d'électronique basse fréquence. Il s'agit de l'**analyseur de spectre**.

Au cours de l'article, nous vous expliquerons non seulement le fonctionnement de l'analyseur de spectre de **Visual Analyser** mais aussi à comprendre comment s'applique le **théorème de Fourier** et en quoi consiste l'**analyse harmonique** d'un signal électrique. En utilisant **Visual Analyser**, vous aurez en outre l'opportunité de vérifier expérimentalement les résultats obtenus et vous vous apercevrez que le logiciel de cet instrument est si bien conçu et sa présentation graphique tellement captivante que son utilisation est très facile à comprendre, même pour ceux qui débutent en électronique.

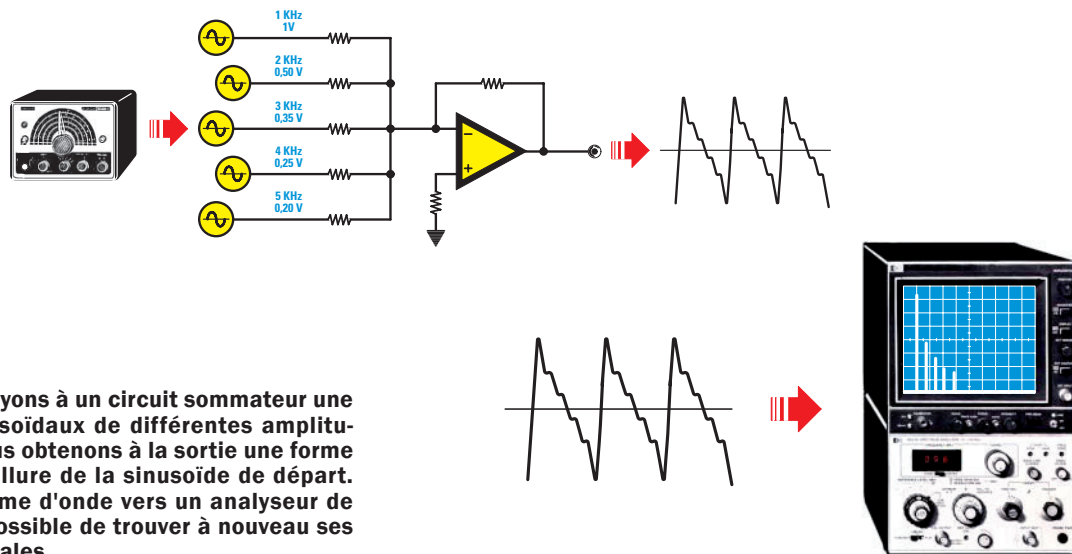


Figure 1 : Si nous envoyons à un circuit sommateur une série de signaux sinusoïdaux de différentes amplitudes et fréquences, nous obtenons à la sortie une forme d'onde qui n'a plus l'allure de la sinusoïde de départ. Acheminons cette forme d'onde vers un analyseur de spectre : il est alors possible de trouver à nouveau ses composantes sinusoïdales.

Comment fonctionne l'analyseur de spectre

Si vous n'avez jamais utilisé un **analyseur de spectre**, vous pourriez penser qu'il est très complexe et que donc son apprentissage va être long et ardu ; c'est d'ailleurs sans doute pour ce motif qu'on ne le rencontre que dans les labos d'électronique professionnelle, d'autant que son coût est – on l'a dit – dissuasif.

En réalité les commandes d'un analyseur de spectre ne sont pas plus complexes que celles d'un autre instrument de mesure, très connu, quant à lui, même dans les laboratoires d'électronique amateur : l'**oscilloscope**. La différence fondamentale entre ces deux appareils est la suivante : l'**oscilloscope** permet de représenter à l'écran l'amplitude d'un signal électrique en fonction du **temps**, l'**analyseur de spectre** est en mesure de visualiser à l'écran les amplitudes de **toutes** les composantes **harmoniques** d'un signal en fonction de leur **fréquence**. Cela est possible parce qu'il existe le fameux **théorème de Fourier** : il affirme que tout signal électrique peut être décomposé en une **série** infinie de fonctions **sinusoïdales**, de fréquences **multiples** de la fréquence **fondamentale** de ce signal et d'amplitude progressivement **décroissante**, appelées **harmoniques**. L'ensemble de toutes les harmoniques constitue le **spectre** du signal.

Pour que vous compreniez cette affirmation, prenons un exemple : supposons que nous disposions d'un certain nombre (disons cinq) de **générateurs sinusoïdaux** basse fréquence, comme le montre la figure 1.

Paramétronons sur chaque générateur les valeurs suivantes de **fréquence** et d'**amplitude** du signal :

générateur 1	1 kHz	1 V
générateur 2	2 kHz	0,5 V
générateur 3	3 kHz	0,35 V
générateur 4	4 kHz	0,25 V
générateur 5	5 kHz	0,2 V

Imaginons que nous actionnons simultanément tous les générateurs en faisant converger leurs sorties vers un **circuit sommateur** comme celui représenté figure 1 : nous obtiendrons à la sortie un signal qui n'aura plus la forme **sinusoïdale** des signaux de départ, mais qui ressemblera beaucoup à un signal en **dents de scie**.

Mais ce n'est qu'une approximation car, au lieu de nous limiter à **5 oscillateurs**, soit à **5 harmoniques**, nous aurions dû utiliser, selon le théorème de **Fourier**, un nombre **infini** de générateurs de fréquences **croissantes** mais d'amplitudes progressivement **décroissantes**.

Si nous prenons maintenant le signal obtenu à la sortie du sommateur et l'acheminons vers un **analyseur de spectre**, celui-ci effectuera le processus

exactement **inverse** et retrouvera toutes les composantes **harmoniques** du signal, lesquelles seront visualisées à l'écran avec les différentes valeurs d'**amplitude** et de **fréquence**.

Pour comprendre comment fonctionne l'analyseur de spectre, nous pouvons le comparer à un **récepteur** doté d'une **syntonie** variable extrêmement **rapide** et opérant dans un **vaste** domaine de **fréquence**. La différence est que le récepteur est relié à un **haut-parleur** et l'analyseur à un **écran** lumineux.

Quand on lance l'analyse spectrale, l'instrument commence à effectuer un **balayage de fréquence**, en modifiant sa syntonie à partir de **0** par valeurs de fréquence progressivement croissantes. Pour chaque valeur de **fréquence** l'analyseur trace un point à l'écran, ce point représente l'**amplitude** du signal à cette fréquence.

Ainsi, dans le cas du signal en **dents de scie** de l'exemple précédent, quand le balayage de fréquence atteint la valeur de la **fondamentale** ou **première harmonique** à **1 KHz**, l'instrument ne fait que reporter à l'écran un pic d'amplitude de **1 V** en face de cette fréquence.

À la fréquence suivante de **2 kHz**, correspondant à la **deuxième harmonique**, l'analyseur visualise à l'écran un pic de **0,5 V** d'amplitude. À la fréquence suivante de **3 kHz**, correspondant à la **troisième harmonique**, l'analyseur visualise

à l'écran un pic de **0,35 V** d'amplitude et ainsi de suite jusqu'à la représentation à l'écran de l'ensemble de toutes les **harmoniques** composant ce signal, comme le montre la figure 1.

Et voilà ce qui arrive lorsqu'on veut simplifier au maximum les choses ! Dans la réalité, toutes ces opérations sont effectuées avec une extrême **rapidité** sur une gamme de **fréquences** pouvant aller de **0** jusqu'à quelques **GHz**, sans introduire la **moindre distorsion** et en maintenant sur toute la bande un **gain** presque absolument **constant** : cela implique une rigueur de construction expliquant largement le prix élevé de l'appareil.

L'analyseur de spectre de **Visual Analyser** travaille en revanche de manière complètement différente. Avant tout, la bande de travail est comprise entre **10 Hz** et **20 KHz**, c'est-à-dire qu'elle se limite à la **bande audio**.

L'analyseur de spectre de **Visual Analyser**, en outre, ne travaille pas de manière **analogique** sur le signal électrique, comme un analyseur de spectre traditionnel, mais sur des valeurs **numériques** obtenues en échantillonnant le signal à une fréquence autour de **40 KHz**, au moyen d'une **carte audio**.

Dans **Visual Analyser** le calcul des harmoniques est ensuite effectué de manière **mathématique**, en calculant au moyen de l'**ordinateur** toutes les valeurs numériques obtenues par échantillonnage selon un **algorithme** de calcul nommé **FFT (Fast Fourier Transform)**, lequel permet de trouver en un temps très bref le spectre de n'importe quel signal électrique.

Il est de ce fait évident que les prestations de l'analyseur de spectre de **Visual Analyser** dépendent des obstacles imposés par la **bande de travail** et des prestations de la **carte audio** utilisée.

Malgré tout, cet instrument peut être considéré comme du plus grand intérêt, avant tout pour le **domaine didactique**, dans les **IUT** ou dans les **Écoles supérieures de sciences et techniques**, parce qu'il permet de comprendre avec beaucoup de facilité un mécanisme qui n'est compliqué qu'en apparence : celui de la **décomposition** d'un signal



Figure 2 : En reliant à la prise USB de l'ordinateur la platine d'interface EN1690 représentée dans cette figure, vous pourrez transformer votre PC en un excellent analyseur de spectre, opérant dans la bande audio. La photo représente le petit circuit de calibration EN1691 indispensable pour effectuer avec l'analyseur des mesures de tension précises.

électrique en ses **composantes harmoniques**. Comme **instrument de mesure**, il intéressera tous ceux qui se passionnent pour l'électronique en **bande audio** : avec **Visual Analyser** ils pourront s'amuser à réaliser l'**analyse spectrale** des signaux de n'importe quelle provenance.

L'écran de l'analyseur de spectre de Visual Analyser

Avant de passer à la description des diverses commandes, il convient de décrire brièvement l'**écran** de l'analyseur de spectre de **Visual Analyser**.

Comme le montre la figure 6, l'écran de **Visual Analyser** donne sur l'axe **vertical (Y)** l'**amplitude** des composantes harmoniques et sur l'axe **horizontal (X)** leur **fréquence**. Étant donné que généralement l'amplitude des harmoniques est représentée en **dBcc (crête/crête)**, l'axe **Y** est normalement divisé avec indication des valeurs dans cette unité de mesure, c'est-à-dire de manière **logarithmique**, (voir figure 6). Comme vous le savez, la représentation logarithmique est très commode du point de vue graphique, parce qu'elle a l'avantage de visualiser en un espace restreint des valeurs d'amplitude même très différentes entre elles.

Toutefois, quand cela est nécessaire, avec l'option **Fit screen** et en désélectionnant la case **Log Y axis**, il est possible d'utiliser une représentation **linéaire** de l'amplitude comme le montre la figure 7 dans laquelle l'échelle de l'axe **Y** est en **Vcc (V crête/crête)**. Dans ce cas vous verrez que le spectre se modifie nettement car, ne pouvant mettre à profit l'avantage de la représentation logarithmique, les harmoniques de **petite** amplitude **disparaissent**. Inversement, sur l'axe **X** la fréquence est représentée normalement de manière **linéaire** (voir figure 6). Quand c'est nécessaire, toutefois, il est possible de profiter de la représentation **logarithmique** (voir figure 8), en sélectionnant l'option **Fit screen** et en cochant la case **Log X axis**.

L'axe **Y** peut en outre défiler vers le haut ou le **bas** afin de déplacer le spectre pour le **centrer** à volonté sur l'écran. Pour cela, procédez de cette manière :

- placez le curseur de la souris sur la bande **bleue** de l'axe **Y** ;

- en maintenant appuyée la touche **gauche** de la souris, faites défiler le symbole de la petite main vers le haut ou vers le **bas**. Vous verrez ainsi défiler l'échelle des **valeurs** de l'axe **Y** et le **spectre** visualisé sur l'écran et vous pourrez ainsi le placer comme vous le souhaitez.

Figure 3 : Pour trouver le spectre d'un signal triangulaire, vous devrez relier la platine EN1690 à la prise USB du PC, comme le montre la figure. Le signal est à prélever en reliant la sortie 1 à l'entrée CH «A» de la platine ; l'atténuateur d'entrée est à positionner sur le calibre x1.

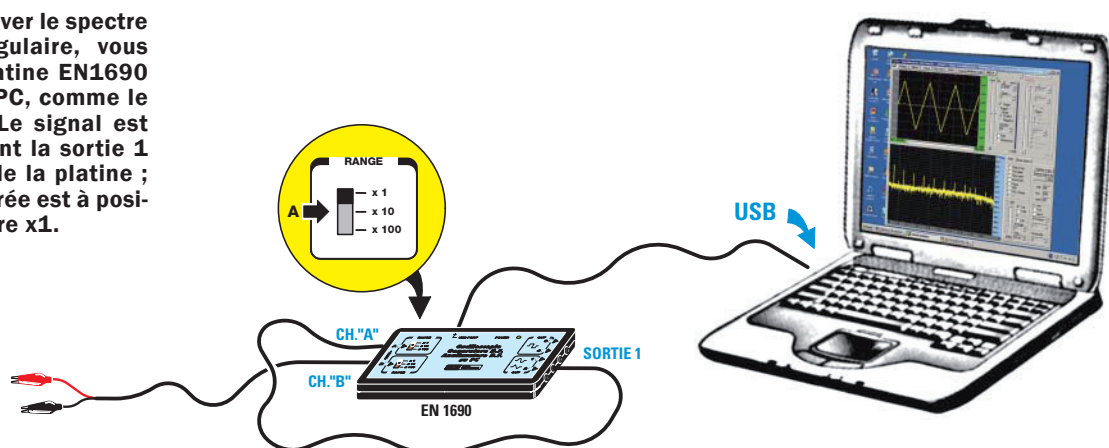


Figure 4 : Pour analyser un signal carré, il faut relier la sortie 3 de la platine EN1690, sur laquelle se trouve cette forme d'onde, à l'entrée correspondant au canal CH «A». N'oubliez pas de régler l'atténuateur sur x10.

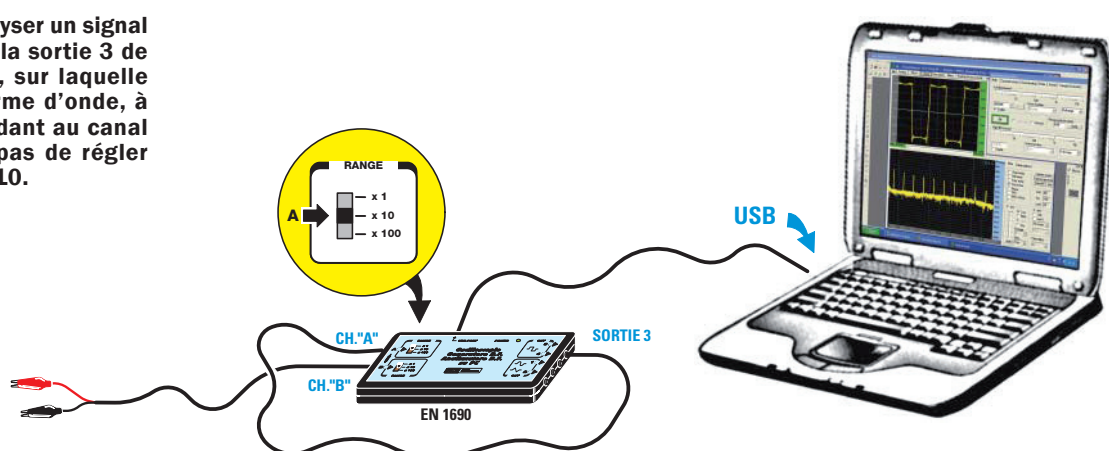
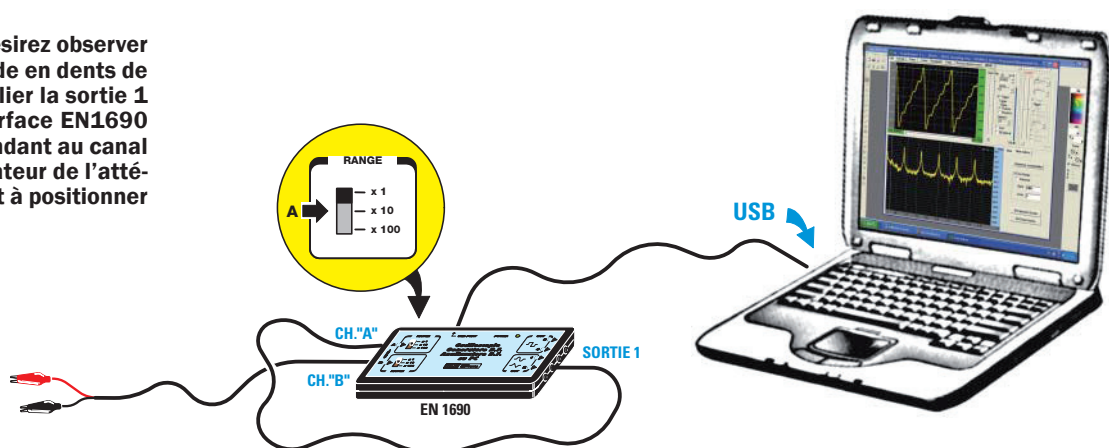


Figure 5 : Si vous désirez observer le spectre d'une onde en dents de scie, vous devrez relier la sortie 1 de la platine d'interface EN1690 à l'entrée correspondant au canal CH «A». Le commutateur de l'atténuateur d'entrée est à positionner sur le calibre x1.



Avant de devenir un utilisateur chevronné de **Visual Analyser**, il vous arrivera de **ne pas** voir le spectre **apparaître** à l'écran, alors que vous avez correctement activé la touche **On** située sur la barre des commandes de la fenêtre principale. Cela est peut-être dû au fait que le spectre est placé **en dehors** de l'écran.

Pour le ramener à l'intérieur de l'écran, nous vous conseillons de procéder comme suit :

- déplacez vers le haut le **curseur vertical** marqué **Y axis** situé à droite de l'écran du spectre (voir figure 9) ;
- si le graphique n'apparaît toujours pas, mettez le curseur de la souris sur

la bande **bleu clair** de l'axe **Y** et, après avoir cliqué avec la touche **gauche**, traînez l'axe **Y** pour le faire défiler vers le **haut** ou vers le **bas** jusqu'à voir apparaître le spectre à l'écran.

Comme nous l'expliquerons plus loin dans le paragraphe consacré aux commandes et au cours des différentes

mesures, il est même possible d'**amplifier** le spectre dans le sens **vertical** et dans le sens **horizontal**.

À l'écran de **Visual Analyser** apparaissent en outre certaines indications très utiles pour compléter le graphique du spectre. Précisément, si vous placez le curseur de la souris en face d'une harmonique et si vous le centrez sur le pic désiré, vous pourrez trouver la **fréquence** en **Hz** et l'**amplitude** en **dB** du pic, comme le montre la figure 10. Si en outre vous sélectionnez les options **THD** et **THD + Noise**, vous visualiserez à l'écran les valeurs de **pourcentage** de **distorsion** et **distorsion + bruit** (voir la figure 11).

L'installation du logiciel Visual Analyser

En ce qui concerne l'**installation** du logiciel **Visual Analyser** nous vous renvoyons à la description présente dans les **numéros 105-106 d'ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** : nous y signalons que le logiciel peut être librement téléchargé sur le site :

www.sillanumsoft.org

Avant d'installer ce logiciel sur l'ordinateur, vous devrez vous assurer qu'il satisfait bien aux **réquisits** du tableau.

Réquisits minimaux de l'ordinateur

- Système d'exploitation : **Windows XP Professional, XP Home Edition, VISTA 32**
- Type : **PENTIUM**
- Ram : **32 Mo**
- Espace disponible sur le disque dur : au moins **20 Mo**
- Lecteur **CD-Rom 8x** ou bien lecteur **DVD 2x**
- Carte graphique **800 x 600 16 bits**
- prise **USB**

Une fois installé, le logiciel pourra être périodiquement **mis à jour** en téléchargeant les nouvelles versions au fur et à mesure disponibles sur le site. Pour rendre cette mise à jour de **Visual Analyser** plus facile, il existe une fonction

que vous trouverez dans la fenêtre **Main**, nommée **Check new Version** (voir figure 12). Si vous cliquez sur cette touche et si vous suivez les indications qui apparaissent, vous pouvez activer la liaison **Internet** et effectuer automatiquement les mises à jour disponibles pour votre version de logiciel.

La platine interface EN1690

Le kit qui vous permet de transformer votre **ordinateur** en **analyseur de spectre** se compose d'un **logiciel** nommé «**Visual Analyser**» (vous pouvez le télécharger librement sur Internet) et de notre **platine d'interface EN1690**, à relier au **port USB** du PC. La platine d'interface se compose à son tour de la platine **EN1690**, le matériel nécessaire à sa construction est disponible auprès de nos annonceurs, sur laquelle on insère la petite platine **EN1667KM** où se trouve le **convertisseur USB PCM 2902**, cette dernière platine CMS est disponible déjà montée et essayée, prête à être insérée.

Le **convertisseur USB à 16 bits** travaille à une fréquence de **44,1 kHz** et supporte le protocole **USB 1.1**. Une fois la platine reliée à l'**USB** de l'ordinateur elle remplace complètement la **carte audio** du **PC**.

Elle est dotée de **2 canaux d'entrée (Ch A et Ch B)**, tous deux protégés par un **atténuateur** d'entrée, elle permet d'effectuer des mesures de **tension AC** en **3 calibres** :

pos. x1	jusqu'à 1,7 V
pos. x10	jusqu'à 17 V
pos. x100	jusqu'à 170 V

L'**impédance** typique d'entrée est supérieure à **100 KΩ**.

La platine comporte **4 canaux de sortie**.

Sur la paire de **sorties 1 et 2**, correspondant aux entrées **Ch A** et **Ch B**, il est possible de prélever la forme d'**onde** générée à l'**intérieur** de **Visual Analyser**, **amplifiée** jusqu'à une tension maximale de **14 V crête/crête**.

Sur la paire de **sorties 3 et 4**, correspondant aux entrées **Ch A** et **Ch B**, une tension à **onde carrée** de **5 V** d'amplitude est disponible.

L'alimentation de la platine est en **+5 V** prélevé directement sur le **port USB**.

Toutes les informations sur le **schéma électrique** et le **montage** de la platine d'**interface EN1690** sont à retrouver dans les **numéros 105-106 d'ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**.

Capturons le spectre d'un signal

La première curiosité que peut susciter un analyseur de spectre concerne sans doute l'analyse des formes d'onde les plus communes, comme l'onde **carrée**, l'onde **triangulaire**, l'onde en **dents de scie**, etc., ainsi que l'observation de la modification de leur **spectre** lorsqu'on fait varier la forme d'onde.

Pour capturer le spectre d'un signal avec **Visual Analyser**, il n'est pas absolument nécessaire d'être déjà un utilisateur **expert**. Vous verrez qu'étant donnée la grande simplicité d'utilisation de ce logiciel, il suffit de suivre avec attention nos indications pour pouvoir, en peu de temps, utiliser parfaitement cet appareil et vous amuser à découvrir ses multiples fonctions, jusqu'à en maîtriser complètement l'emploi.

Pour commencer, vous pourrez apprendre à utiliser les commandes de l'analyseur en trouvant le spectre des diverses formes d'onde produites par la platine d'**interface EN1690**, reliée au **générateur BF** interne de **Visual Analyser**.

La première opération consiste à relier la **prise USB** présente sur la platine d'interface **EN1690** à la **prise USB** présente sur votre **ordinateur**, au moyen d'un banal **câble USB** pour imprimante.

Après avoir lancé le programme, en cliquant deux fois avec la touche gauche de la souris sur l'**icône** de **Visual Analyser** présente sur le Bureau, vous verrez apparaître la fenêtre principale de la figure 13.

Figure 6 : Visual Analyser donne sur l'axe vertical (Y) l'amplitude des composantes harmoniques et sur l'axe horizontal (X) leur fréquence.

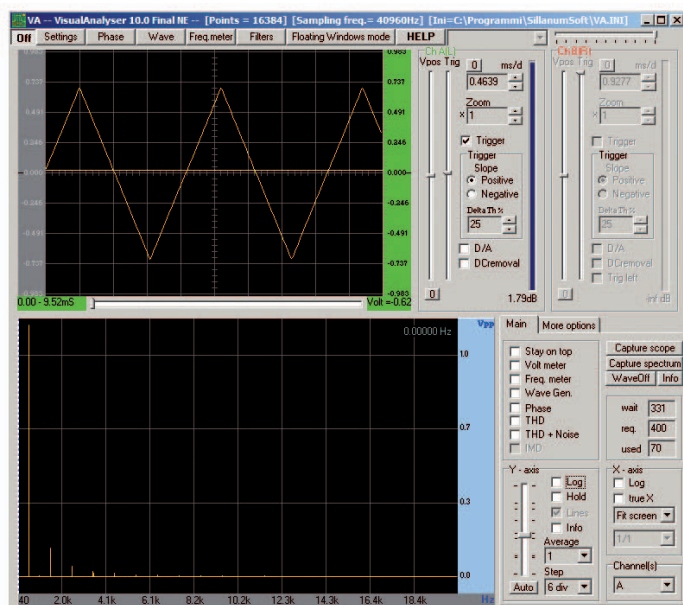
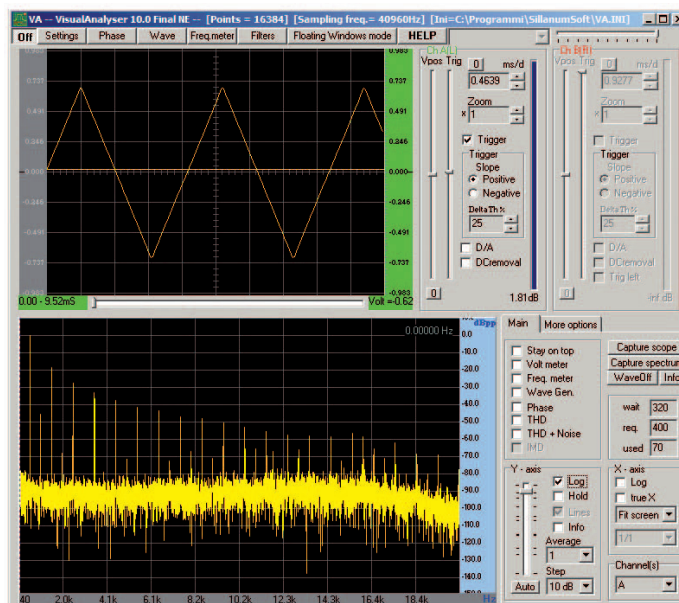


Figure 7 : Avec l'option Fit screen et en désélectionnant la case Log Y axis, il est possible d'utiliser une représentation linéaire de l'amplitude.

Figure 8 : En sélectionnant l'option Fit screen et en cochant la case Log X axis on obtient une représentation logarithmique.

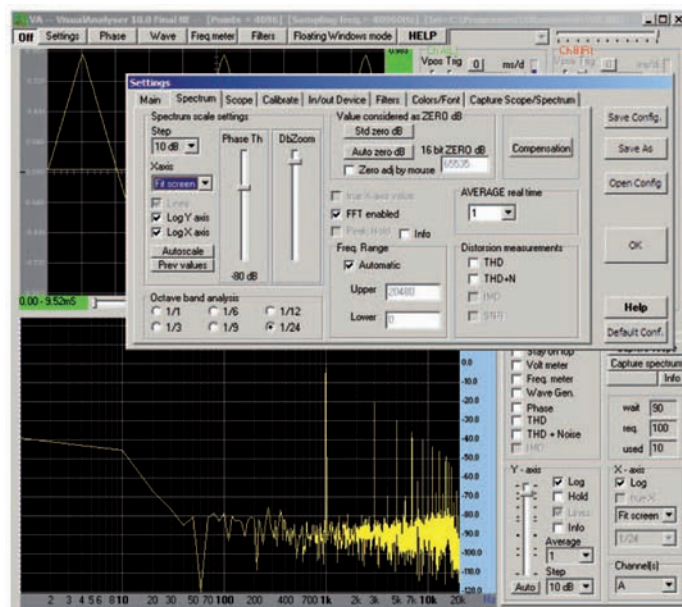


Figure 9 : Pour visualiser le spectre déplacez vers le haut le curseur vertical marqué Y axis situé à droite de l'écran.

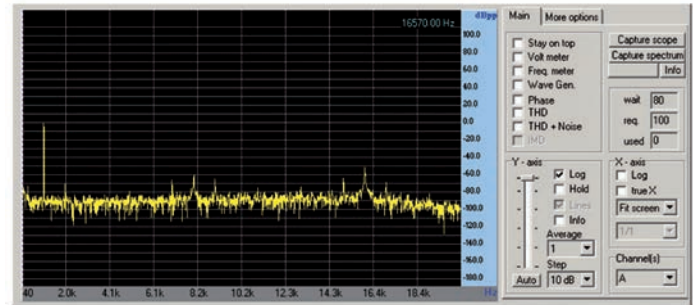


Figure 10 : Si vous placez le curseur de la souris en face d'une harmonique et si vous le centrez sur le pic désiré, vous pourrez trouver la fréquence en Hz et l'amplitude en dB du pic.

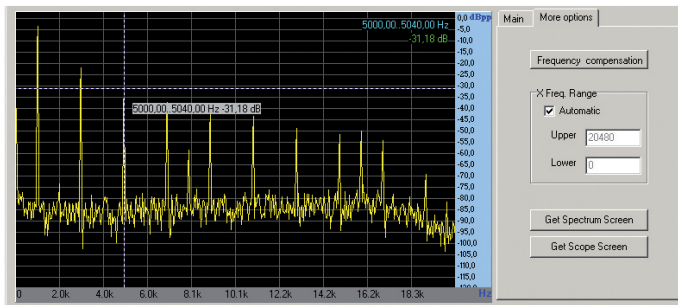


Figure 11 : Si vous sélectionnez les options THD et THD + Noise, vous visualiserez à l'écran les valeurs de pourcentage de distorsion et distorsion + bruit.

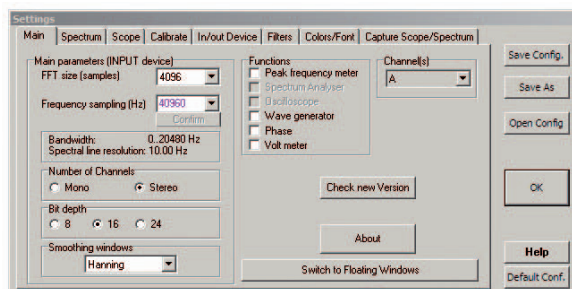
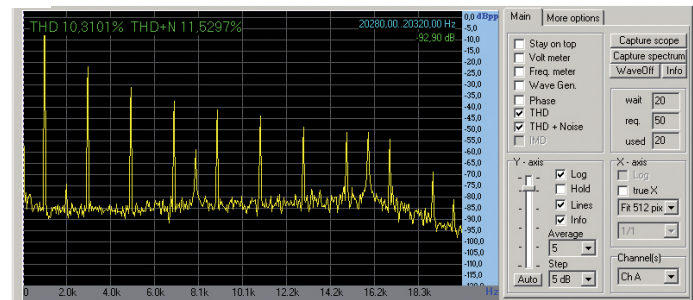


Figure 12 : La commande «Check new Version» dans la fenêtre Main permet d'effectuer automatiquement les mises à jour disponibles pour votre version de logiciel.

Figure 13 : Pressez la touche Settings, dans la fenêtre Main qui s'ouvre, sélectionnez la touche In/Out device.

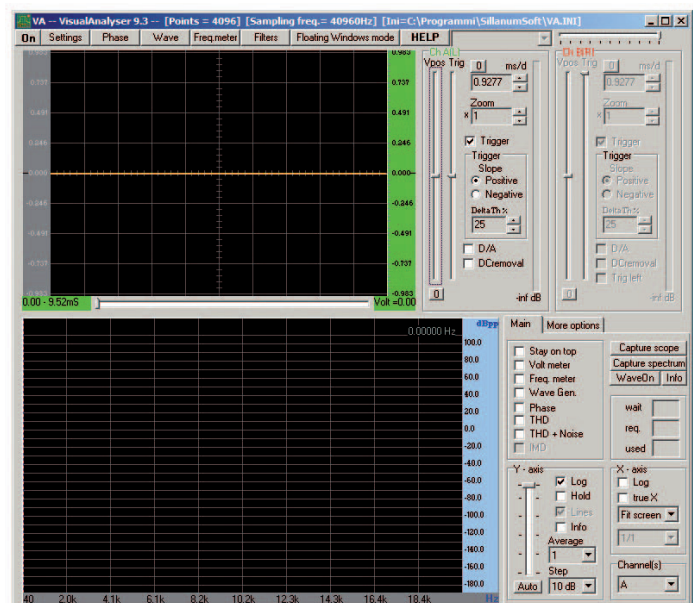


Figure 14 : Pressez la touche Main et paramétrez les données suivantes :

- FFT size : 4096
- Frequency sampling : 44.100
- Number of channels : Mono
- Bit depth : 16
- Smoothing windows : Hanning
- Channels : ChA

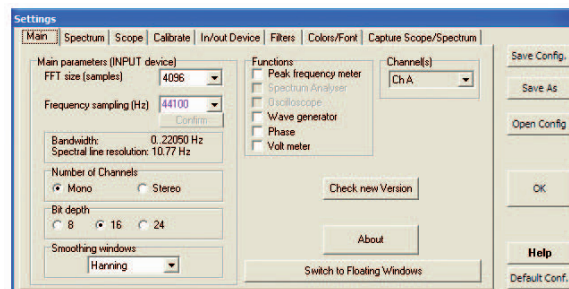
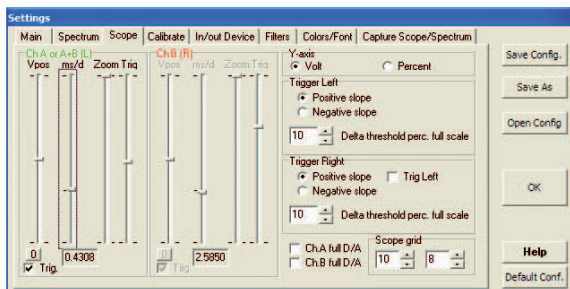
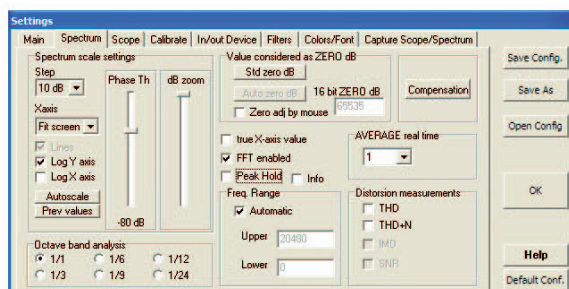


Figure 15 : Cochez les cases relatives aux options Trigger, V et Positive Slope.

Figure 16 : Cliquez sur la touche Spectrum et vérifiez que les paramètres suivants sont bien enregistrés :

- Step : 10 dB
- X axis : Fit screen
- Log Y axis : Activée
- Log X axis : Désactivée
- Octave band analysis : 1/1
- Curseur zoom : tout en haut
- FFT enabled : Activée
- Average : 1
- Freq.Range : Automatic



Pressez alors la touche **Settings**, dans la fenêtre **Main** qui s'ouvre, sélectionnez la touche **In/Out device**.

Si sur les deux fenêtres **Input device** et **Output device** la mention «**USB Audio CODEC**» n'apparaît pas, cela signifie que l'ordinateur n'a pas effectué la **reconnaissance** de la platine interface **EN1690**. Pressez la touche **Detect** et assurez-vous que dans les deux fenêtres l'indication ci-après apparaît bien.

Pressez maintenant la touche **Main** et paramétrez les données suivantes comme le montre la figure 14 :

FFT size : 4096
Frequency sampling : 44.100
Number of channels : Mono
Bit depth : 16
Smoothing windows : Hanning
Channels : ChA

Note : si vous cliquez sur la fenêtre **FFT Size** le **numéro** de **FFT** à utiliser pour l'élaboration du spectre sera visualisé. La valeur conseillée pour ce paramètre est **4096**.

Des valeurs plus élevées permettent d'obtenir une analyse spectrale plus **précise** mais réclament un **temps plus important** pour l'élaboration du spectre.

La **Frequency sampling** est la fréquence avec laquelle l'**échantillonnage** du **signal** est effectué par la carte audio. Pour la platine d'interface **EN1690** elle correspond à **44,1 kHz**.

La **Bit Depth** est le **nombre** de **bits** utilisés dans la conversion. Étant donné que notre convertisseur utilise **16 bits**, ce paramètre est réglé sur cette valeur.

Après avoir paramétré les valeurs dans la fenêtre **Main**, cliquez sur l'option **Scope** et vous verrez s'ouvrir la fenêtre de la figure 15. Dans cette fenêtre, vous devrez régler les **4 curseurs** linéaires du **canal A** comme suit :

-**Vpos** (vertical position) : à régler à **mi course** ;

-**ms/d** (milliseconde/division) : à régler de manière à obtenir une valeur proche de **0,5 milliseconde/division** environ ;

-**zoom** : à régler tout vers le **haut** ;

-**Trig** : à régler à **mi course** environ.

Étant donné que nous utiliserons pour notre mesure uniquement le **canal A**, il faut régler seulement les **4 curseurs** situés à **gauche**. Cochez ensuite les cases relatives aux options **Trigger**, **V** et **Positive Slope** comme le montre la figure 15, en activant les fonctions respectives.

Cliquez maintenant sur la touche **Spectrum** et vérifiez que les paramètres suivants sont bien insérés (figure 16) :

Step : 10 dB
X axis : Fit screen
Log Y axis : Activée
Log X axis : Désactivée
Octave band analysis : 1/1
Curseur zoom : tout en haut
FFT enabled : Activée
Average : 1
Freq.Range : Automatic

Pressez la touche **Filters** et contrôlez que sur les canaux **A** et **B** l'option **No filters** est sélectionnée.

Figure 17 : Sélectionnez la fenêtre «General setup» avec les paramètres suivants :

- Buffer (samples) : 4096
- Buffer (s) : 4
- Bit depth : 16
- Frequency sampling : 44100

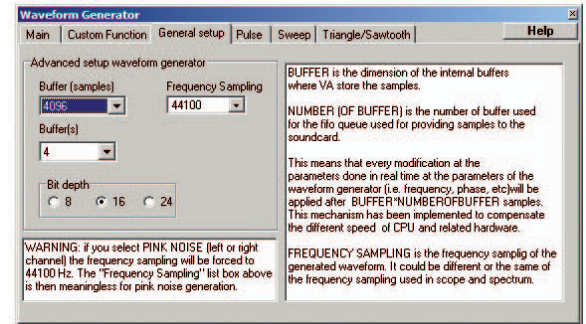


Figure 18 : Sélectionnez sur la barre en haut l'option «Wave». Pressez la touche Main et, dans la fenêtre qui s'ouvre, sélectionnez les paramètres du générateur BF relatifs au canal A (left).

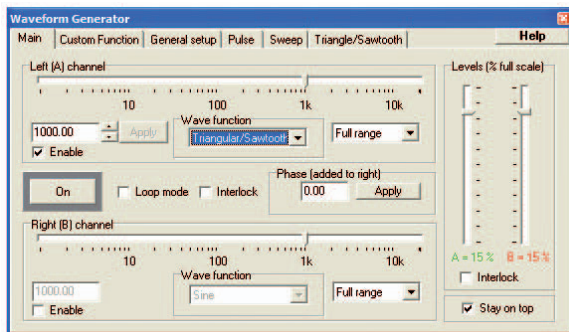


Figure 19 : Dans la partie haute de la fenêtre, sélectionnez l'option «Triangle/Sawtooth» et dans la fenêtre qui apparaît ensuite, pressez la touche «Triangle» de manière à obtenir une onde triangulaire parfaitement symétrique.

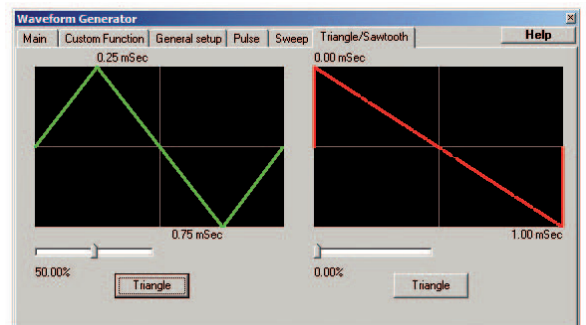
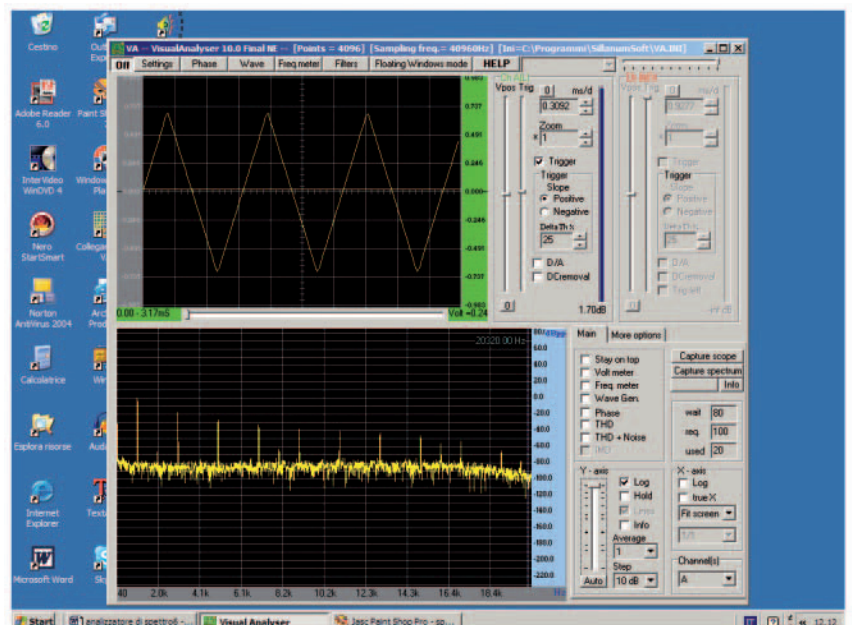


Figure 20 : Dès que sur l'écran de l'oscilloscope la forme d'onde à analyser est visualisée, sur l'écran de dessous son spectre apparaît



Maintenant revenez à la fenêtre principale de **Visual Analyser** et sélectionnez sur la barre en haut l'option **Wave**.

Sélectionnez la fenêtre **General setup** avec les paramètres suivants, comme le montre la figure 17 :

Buffer (samples) : 4096

Buffer (s) : 4

Bit depth : 16

Frequency sampling : 44100

Vous avez alors terminé la **configuration** des paramètres de l'analyseur.

Avant d'effectuer les mesures à proprement parler, vous devrez penser à faire la procédure de **calibration**, que nous avons indiquée dans les **numéros 105-106 d'ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**. La calibration, à effectuer en reliant le **circuit de calibration EN1691** à l'entrée de la platine d'interface, est indispensable si l'on veut obtenir une lecture correcte de toutes les valeurs d'amplitude en **V** mesurées avec l'**oscilloscope**, avec le **voltmètre** et avec l'**analyseur**.

Note : une fois la calibration effectuée, les paramètres peuvent être sauvegardés à l'intérieur d'un fichier **.cal** pouvant être **mémorisé** sur le disque dur au moyen de la touche **Save as** et rappelé ensuite avec la touche **Load**. Pour rendre la calibration active, n'oubliez pas ensuite de toujours sélectionner l'option **Apply**.

Comme vous avez effectué la calibration, vous êtes prêts pour les **mesures**, en suivant les indications des prochains paragraphes.

Le spectre de l'onde triangulaire

Supposons que nous voulions trouver le de spectre d'un signal **triangulaire**. Cette forme d'onde est disponible sur les deux **sorties BF 1 et 2** de la platine **EN1690**. Reliez la **prise BF** de la sortie **N.1** de la platine **EN1690** au connecteur **BNC** d'entrée du **canal A** de cette même platine (voir figure 3). Mettez l'atténuateur d'entrée sur **x1**.

Quand c'est fait, vous devez continuer comme suit :

- dans la fenêtre principale de **Visual Analyser**, sélectionnez sur la barre en haut l'option **Wave**. Pressez maintenant la touche **Main** et, dans la fenêtre qui s'ouvre, sélectionnez les paramètres du **générateur BF** relatifs au canal **A (left)** comme le montre la figure 18.

- insérez les paramètres suivants :

Fréquence : 1 kHz

Wave function : Triangular/sawtooth

Enable : activé

Note : chaque fois que vous modifiez dans la fenêtre la valeur de la fréquence, n'oubliez pas de presser la touche **Apply** pour rendre la modification effective.

Dans la partie haute de la fenêtre, sélectionnez l'option **Triangle/Sawtooth** et dans la fenêtre qui apparaît ensuite (voir figure 19), pressez la touche **Triangle** de manière à obtenir une onde **triangulaire** parfaitement **symétrique**.

Pressez maintenant la touche **On** du **générateur BF**, lequel affiche alors la mention **Off** et commence à **clignoter**, afin d'indiquer que le générateur est en fonction.

Tout en maintenant la fenêtre du générateur ouverte, déplacez-la légèrement vers le bas de l'écran de manière à rendre visible la barre des options de la fenêtre principale de dessous et l'écran de l'oscilloscope.

Pressez la touche **On** présente en haut à gauche sur la barre d'outils, vous actionnez ainsi la lecture de l'**oscilloscope** et de l'**analyseur de spectre**.

Réglez ensuite le curseur de **Level** du générateur relatif au **canal A** de manière à obtenir une amplitude du signal à l'écran d'environ **6** carreaux.

Dès que sur l'écran de l'oscilloscope la forme d'onde à analyser est visualisée, sur l'écran de dessous son **spectre** apparaît, comme le montre la figure 20. Maintenant que vous disposez du spectre de votre onde triangulaire, vous pouvez vous amuser à faire certaines observations.

La première chose que l'on note en regardant l'écran produit par l'analyseur est que l'amplitude des harmoniques **décroît** lorsque leur **fréquence** augmente, comme cela est prévu par le **théorème de Fourier**. Si vous reportez dans un tableau les valeurs d'amplitude et de fréquence des harmoniques présentes dans le spectre, vous obtenez la configuration suivante.

Fondamentale	1 kHz	0 dB
3e harmonique	3 kHz	-24 dB
5e harmonique	5 kHz	-28 dB
7e harmonique	7 kHz	-34 dB
9e harmonique	9 kHz	-39 dB
11e harmonique	11 kHz	-41 dB
13e harmonique	13 kHz	-44 dB
15e harmonique	15 kHz	-48 dB
17e harmonique	17 kHz	-62 dB

On note tout de suite que dans le spectre de l'**onde triangulaire** on a uniquement les harmoniques **impaires** et cela est parfaitement en accord avec la théorie, comme vous pouvez le voir en consultant le tableau des **séries de Fourier** (voir figure 38). Si vous regardez le spectre avec attention, vous verrez toutefois un pic à **2 kHz**, à **8 kHz** et à **16 kHz**, ils correspondent respectivement à la **deuxième**, à la **huitième** et à la **seizième harmonique**.

Ces harmoniques **paires**, d'amplitudes très réduites (environ **-70 dB**), ne devraient pas être présentes dans le spectre : elles indiquent la présence de signaux indésirables n'appartenant pas au signal que nous sommes en train d'analyser. Dans **Visual Analyser**, on trouve des fonctions permettant d'effectuer des mesures précises d'amplitude et de fréquence des harmoniques et dans le paragraphe suivant nous allons expliquer comment les pratiquer.

En général, pour utiliser les différentes **commandes** de l'analyseur de spectre, vous avez deux possibilités :

- la première consiste à activer la fenêtre **Settings** à partir de la fenêtre principale et ensuite la fenêtre **Spectrum**, voir figure 21. Dans cette fenêtre vous trouvez **toutes** les commandes de l'analyseur de spectre ;

- l'autre possibilité consiste à utiliser la fenêtre **Main** située à côté du spectre,

Figure 21 : Les différentes commandes de l'analyseur de spectre : activez la fenêtre «Settings» à partir de la fenêtre principale et ensuite la fenêtre «Spectrum»

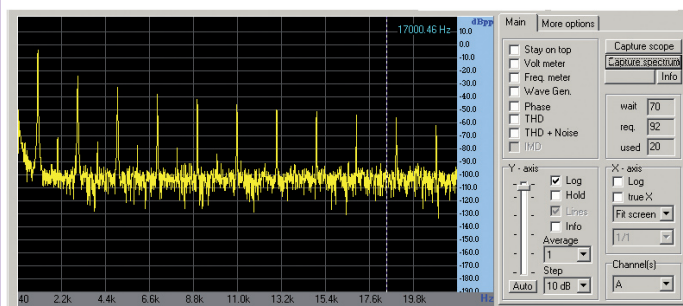
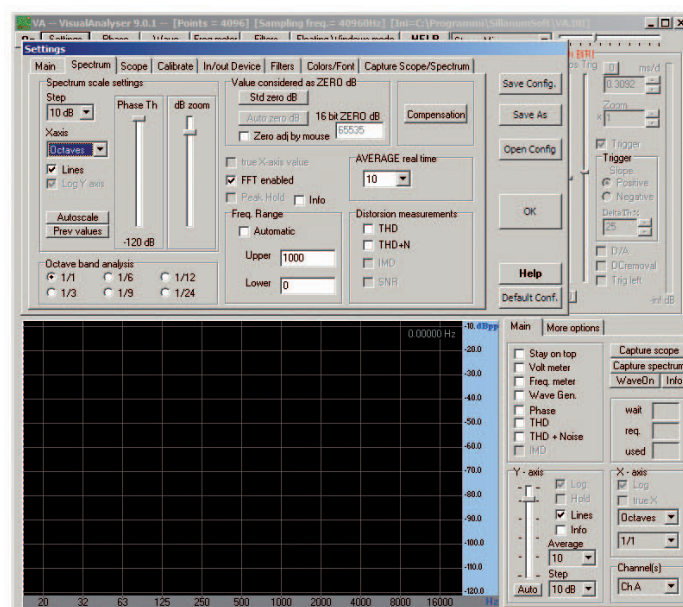
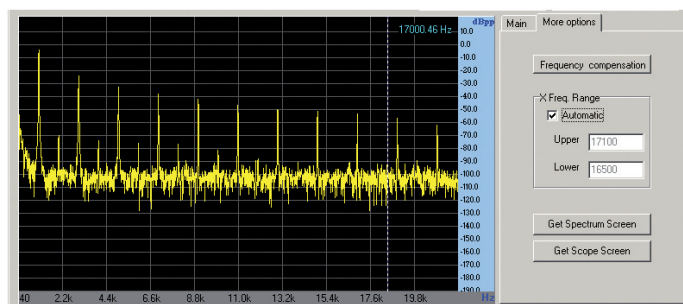


Figure 23 : Sélectionnez l'option «More options», si dans la fenêtre qui s'ouvre la case Automatic a été sélectionnée, Visual Analyser présente par défaut le spectre mesuré à l'intérieur de la bande de travail maximale, c'est-à-dire de 10 Hz à 20 KHz. Si en revanche vous désélectionnez la case Automatic, vous pourrez choisir directement la gamme de fréquence dans laquelle vous souhaitez travailler.



voir la figure 22, dans laquelle sont reportées les commandes les **plus utilisées**. À côté de la fenêtre **Main** de la figure 22 on trouve en outre l'option «**More options**» : en cliquant dessus on ouvre la fenêtre de la figure 23, laquelle contient d'autres commandes souvent utilisées.

Dorénavant nous utiliserons les commandes situées à **côté** du **spectre** et qui sont contenues dans la fenêtre **Main**.

Élaborer le spectre

Quand vous avez trouvé le spectre d'un signal, vous pouvez avoir besoin d'en **agrandir** le graphe en hauteur ou en largeur, de sélectionner une **bande de fréquence** particulière ou d'effectuer des mesures précises d'**amplitude** et de **fréquence** des harmoniques qui le composent.

Au paragraphe précédent, «**L'écran de l'analyseur de spectre**», nous avons expliqué comment faire **défiler** l'écran dans le sens vertical vers le haut ou vers le bas et comment choisir les **échelles** linéaire et logarithmique des deux axes **X** et **Y**. En déplaçant le curseur **Y axis** vers le bas on peut en outre **agrandir** le spectre dans le sens **vertical**, dilatant ainsi l'échelle de manière à mieux voir les détails, comme le montre la figure 24.

Figure 24 : En déplaçant le curseur Y axis vers le bas on peut agrandir le spectre dans le sens vertical, dilatant ainsi l'échelle de manière à mieux voir les détails

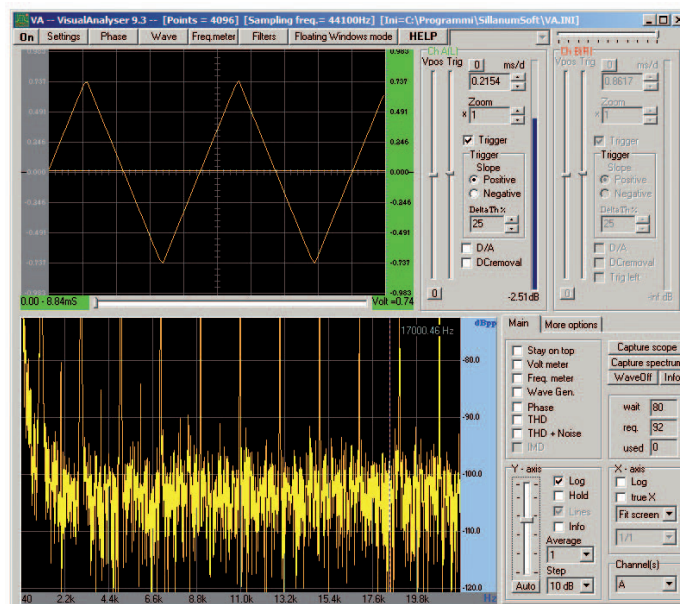


Figure 25 : Il est possible d'examiner en détail la partie du spectre comprise entre une fréquence minimale de 100 Hz et une maximale de 5,5 kHz, en ayant paramétré ces deux valeurs respectivement dans les cases Lower et Upper.

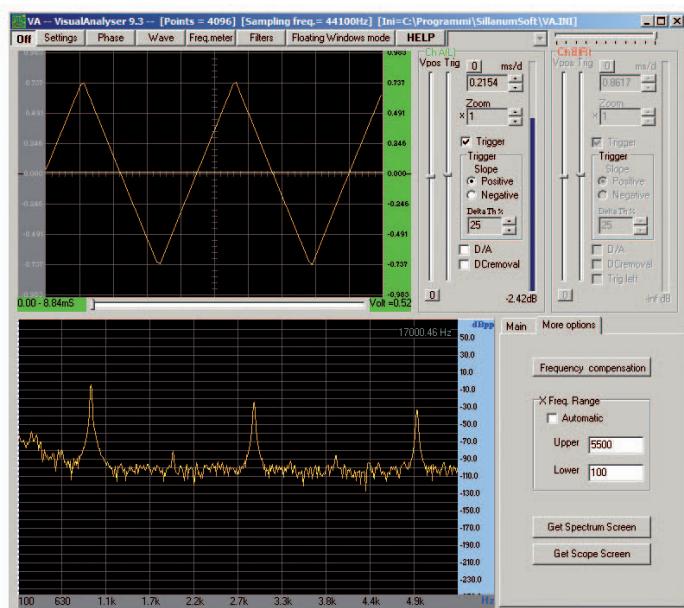
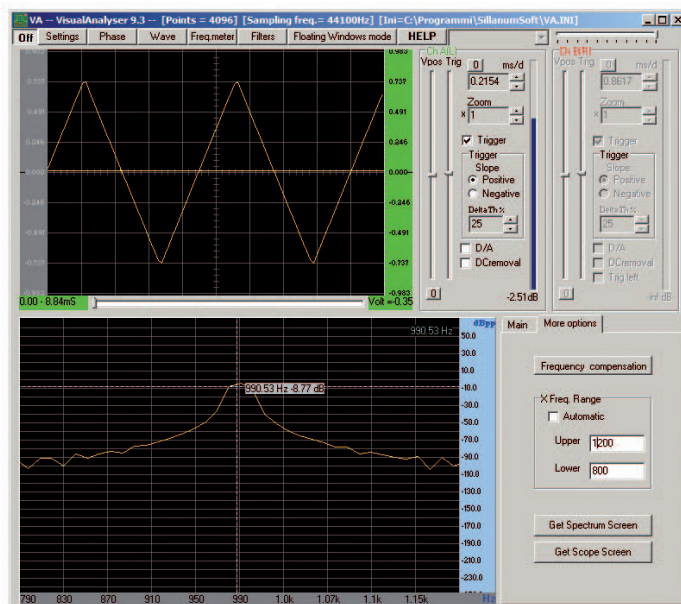


Figure 26 : Mettez le curseur de la souris sur le spectre et déplacez-le jusqu'à faire coïncider la ligne pointillée verticale avec le sommet du pic que vous désirez mesurer.



Note : en faisant défiler le curseur, il peut arriver que le spectre **sorte** de l'écran. Dans ce cas, il suffira de porter le curseur de la souris sur la **bande bleu clair** de l'axe **Y**. Maintenez pressée la touche **gauche** de la souris, faites défiler le symbole de la petite main vers le haut ou vers le bas. De cette manière vous verrez défiler l'échelle des **valeurs** de l'axe **Y** et le **spectre** visualisé sur l'écran et vous pourrez ainsi le repositionner plus commodément.

Sélectionnez maintenant l'option **More options**, comme indiqué à la figure 23. Si dans la fenêtre qui s'ouvre la case **Automatic** a été sélectionnée, **Visual Analyser** présente par défaut le spectre mesuré à l'intérieur de la bande de travail **maximale**, c'est-à-dire de **10 KHz** à **20 KHz**. Si en revanche vous désélectionnez la case **Automatic**, vous pourrez choisir directement la **gamme de fréquence** dans laquelle vous souhaitez travailler.

Regardez la figure 25 : par exemple, il est possible d'examiner en détail la partie de spectre comprise entre une fréquence minimale de **100 Hz** et une maximale de **5,5 kHz**, en ayant paramétré ces deux valeurs respectivement dans les cases **Lower** et **Upper**.

Cette option est très utile parce qu'elle permet d'examiner en détail les pics des harmoniques, ce qui vous permet de distinguer même les pics les plus voisins qui à première vue pouvaient vous sembler confondus.

Après avoir choisi correctement la **gamme** de fréquence de manière à isoler le pic dont vous désirez mesurer l'**amplitude** et la **fréquence**, vous devrez procéder comme suit.

Mettez le curseur de la souris sur le spectre comme le montre la figure 26 et déplacez-le jusqu'à faire coïncider la **ligne pointillée verticale** avec le **sommet** du pic que vous désirez mesurer.

Vous vous apercevrez que le curseur de la souris, lorsque vous le rapprochez du pic, est «**accroché**» et sur l'écran la valeur de la **fréquence** en **Hz** et l'**amplitude** du pic en **dB** ou en **V** (selon votre choix de l'échelle **logarithmique** ou bien de l'échelle **linéaire**) s'affichent.

Naturellement, la valeur indiquée correspond à la fréquence du pic, en tenant compte toutefois de la **résolution** du **convertisseur USB** monté sur la platine d'interface, laquelle pour une fréquence d'échantillonnage de **44,1 kHz** et un **buffer** de la **FFT** égal à **4 096 points**, est de **10,77 Hz**.

Note : à titre de curiosité vous pourrez vous demander comment on trouve cette valeur. On part du théorème de **Nyquist-Shannon** selon lequel la **bande passante** utilisable durant la **conversion A/N** d'un signal ne peut dépasser la **moitié** de la **fréquence d'échantillonnage** de ce signal.

Ainsi, avec une fréquence d'échantillonnage de **44,1 kHz** il est possible d'effectuer uniquement la conversion des signaux au dessous de **22,05 kHz**. Étant donné que la **FFT**, soit la **transformée de Fourier**, est calculée sur la totalité de la bande passante, si nous avons sélectionné **4 096 points** de calcul dans le buffer de la **FFT**, ces points seront «répartis» sur la totalité de la fréquence allant de **10 Hz** à **22,05 kHz**. Et comme pour calculer chaque harmonique il faut **deux points**, quand on paramètre une valeur de **4 096** dans le buffer, la **FFT** utilise :

$$4\,096 : 2 = 2\,048 \text{ points.}$$

Maintenant, si nous divisons la valeur de la **bande passante** par le **nombre** de points **utilisés** pour le calcul, on obtient la **résolution** de la **FFT** en **Hz** :

$$22\,040 : 2\,048 = 10,77 \text{ Hz}$$

Cette valeur est toujours indiquée dans la fenêtre **Main**.

Il peut arriver qu'en faisant coïncider la ligne pointillée avec un pic à mesurer, on ait à lire **deux** ou **plusieurs fréquences** très proches entre elles et les valeurs d'**amplitude** correspondantes. Cela signifie que sur le spectre on a deux ou plusieurs pics très proches lesquels, à cause de la résolution graphique, sont représentés sur l'écran comme un pic **unique**. Dans ce cas vous pourrez élargir le spectre, en sélectionnant une **gamme** plus étroite de fréquences au moyen de l'option **More options**.

Au fur et à mesure que vous utiliserez **Visual Analyser** et que vous deviendrez plus experts dans son maniement, vous vous apercevrez que l'analyseur de spectre dispose de commandes vous permettant d'obtenir des mesures plus ou moins fines, en fonction de vos nécessités. Par exemple, en agissant sur la valeur paramétrée sur le buffer de la **FFT**, vous pourrez obtenir un spectre encore plus «propre».

Pour comprendre le fonctionnement de ce paramètre, vous devrez considérer la **FFT** comme une batterie de **filtres analogiques**, chacun desquels correspond à une **fréquence**.

Moindre est le nombre de points de la **FFT** et moindre est le nombre des filtres utilisés pour calculer les harmoniques. Dans ce cas la résolution est plus **basse** et le spectre plus grossier.

Si on augmente le nombre de points, par exemple de **4 096 points** à **8 192** ou bien à **16 384**, on augmente la batterie de filtres, avec comme résultat une résolution plus **élevée** et un spectre plus net.

La contrepartie est que le temps pour l'élaboration du spectre s'**allonge**, parce que l'on a besoin davantage de ressource de l'ordinateur pour le calcul.

Le spectre de l'onde carrée



Supposons que nous voulions trouver maintenant le spectre d'un signal à **onde carrée**. Cette forme d'onde est disponible sur les deux **sorties BF 3** et **4** de la platine **EN1690**.

Reliez la **prise BF** de la sortie **N.3** de la platine **EN1690** au connecteur **BNC** d'entrée du **canal A** de cette même platine, comme l'indique la figure 4. Mettez le commutateur de l'**atténuateur** d'entrée sur **x10**.

Quand c'est fait, vous devez continuer comme suit :

-dans la fenêtre principale de **Visual Analyser**, sélectionnez sur la barre en haut l'option **Wave**.

Figure 27 : Sélectionnez les paramètres du générateur BF comme suit :

- Fréquence : 1 kHz
- Wave function : square
- Enable : activé

Pressez maintenant la touche «On» du générateur BF, lequel affiche alors la mention «Off» et commence à clignoter.

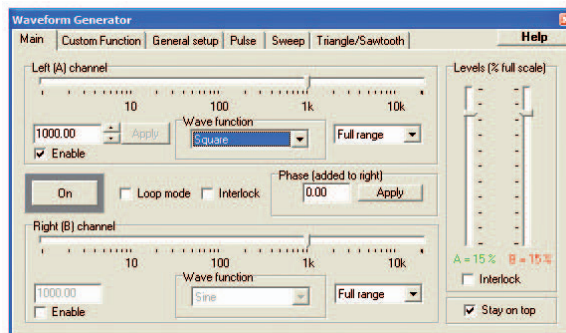
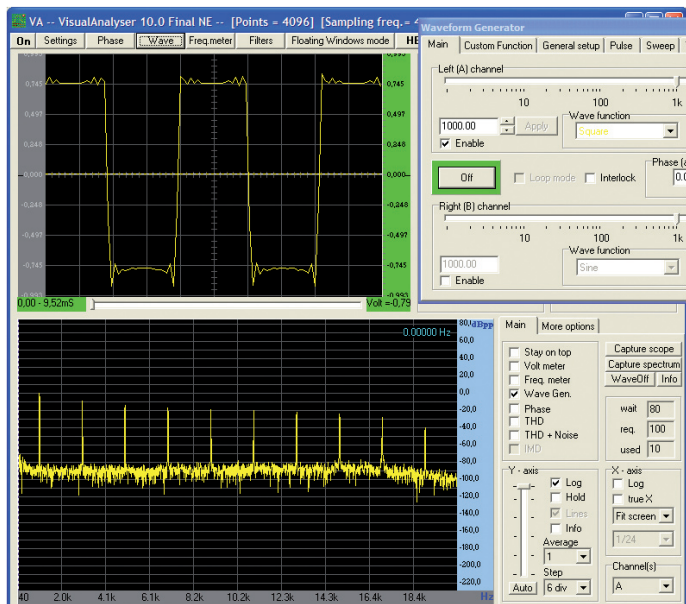
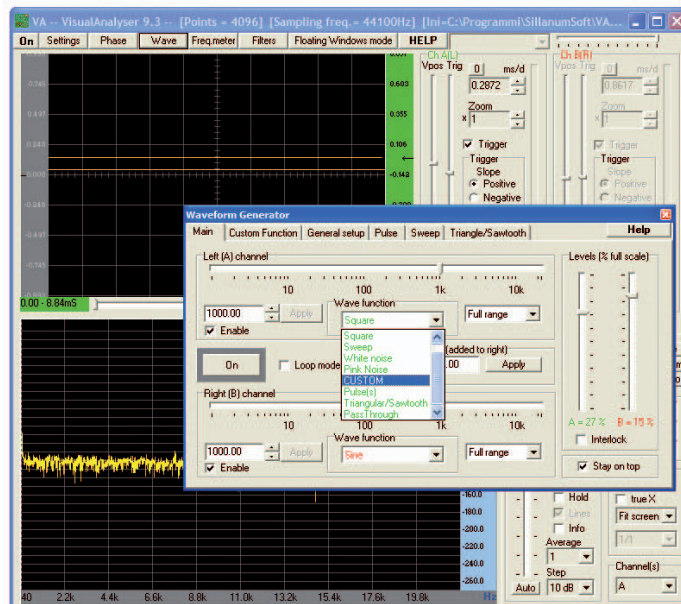


Figure 28 : Réglez le curseur de Level du générateur relatif au canal A jusqu'à voir apparaître à l'écran l'onde carrée.

Figure 29 : Si vous regardez la fenêtre principale «Wave» du générateur BF, vous verrez les fonctions les plus connues, comme l'onde sinusoïdale, triangulaire, carrée, etc., au moyen de l'option «Custom», il existe la possibilité de générer les formes d'onde les plus diverses.



Dans la fenêtre qui s'ouvre, sélectionnez les paramètres du **générateur BF** de **Visual Analyser** comme le montre la figure 27 :

Fréquence : 1 kHz
Wave function : square
Enable : activé

Pressez maintenant la touche **On** du **générateur BF**, lequel affiche alors la mention **Off** et commence à **clignoter**,

afin d'indiquer que le générateur est en fonction.

Tout en maintenant la fenêtre du générateur ouverte, déplacez-la légèrement vers le bas de l'écran de manière à rendre visible la barre des options de la fenêtre principale de dessous et l'écran de l'oscilloscope.

Pressez la touche **On** présente en haut à gauche sur la barre d'outils, vous

actionnez ainsi la lecture de l'**oscilloscope** et de l'**analyseur de spectre**.

Réglez le curseur de **Level** du générateur relatif au **canal A** jusqu'à voir apparaître à l'écran l'onde carrée de la figure 28.

Note : si l'onde carrée n'apparaît pas, cela signifie que le curseur **Level** du générateur est réglé à un niveau trop **bas** pour activer le circuit **quadrature** présent sur la platine **EN1690**.

Figure 30 : sélectionnez dans la barre du haut l'option «Custom Function».

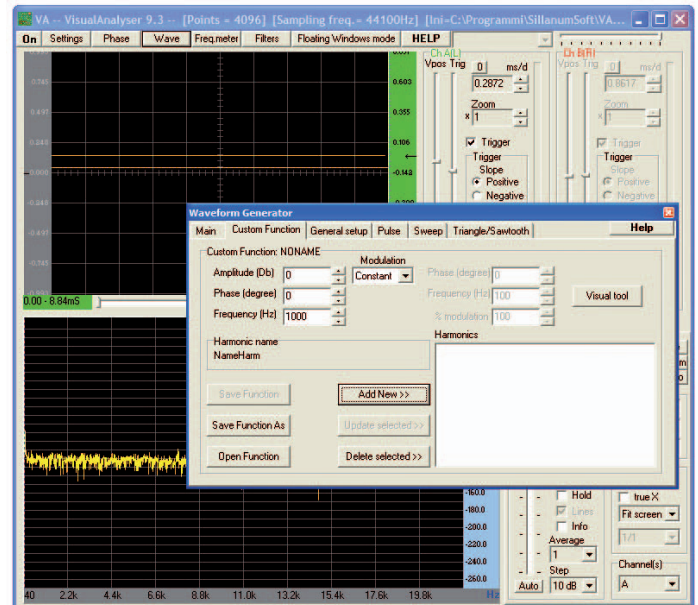


Figure 31 : sélectionnez l'option «Visual Tool»

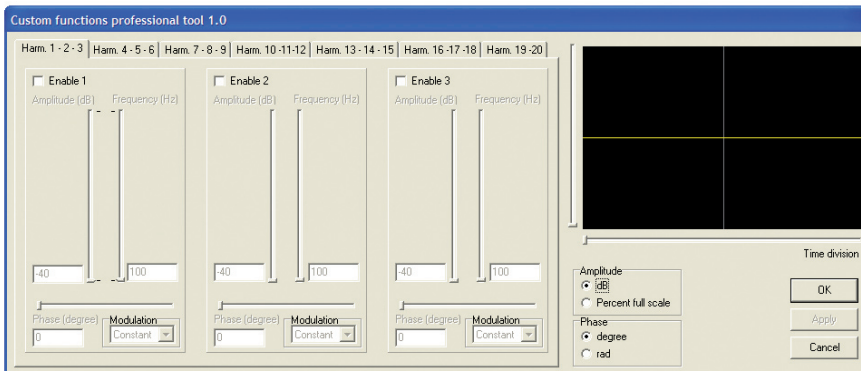


Figure 32 : Reportez la valeur 50% et 1 kHz dans les fenêtres de la première harmonique et les valeurs 25% - 2 kHz et 17% - 3 kHz, dans les fenêtres de la deuxième et de la troisième harmonique

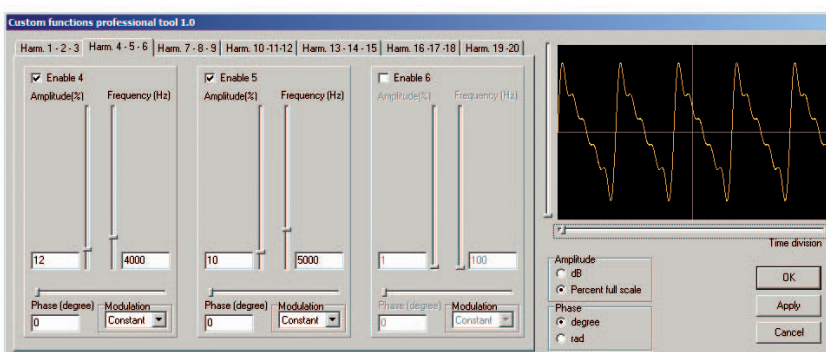
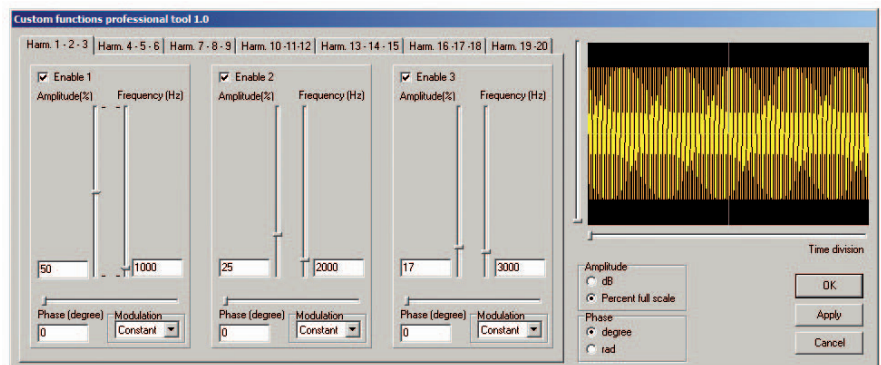


Figure 33 : Sélectionnez l'option du haut «harmonique 4-5-6», pour laquelle vous allez cocher les cases «Enable 4» et «Enable 5».

Figure 34 : Si vous étendez dans le sens horizontal le graphe de la partie haute de la fenêtre, en déplaçant vers la droite le petit curseur de dessous, vous verrez apparaître à l'écran une forme d'onde qui est très proche d'un signal en dents de scie.

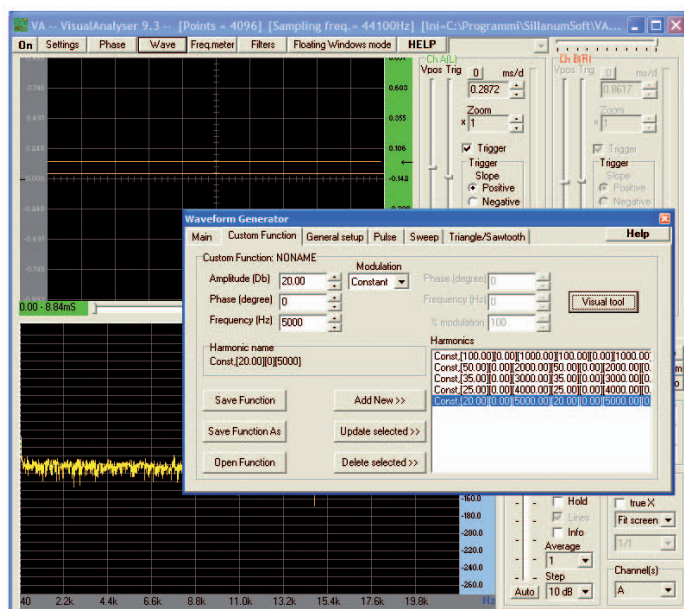
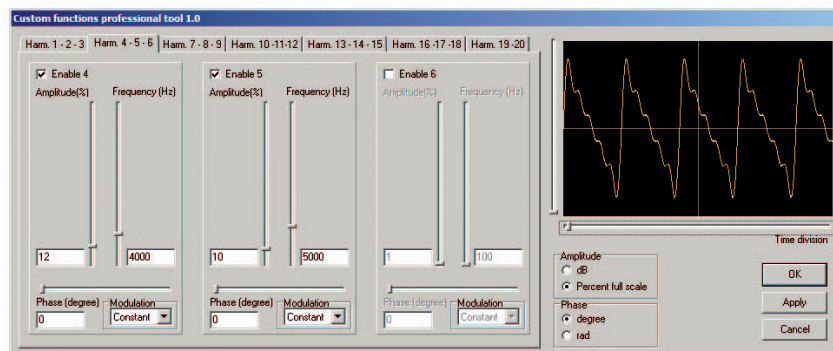


Figure 35 : une fois programmée, la forme d'onde peut être sauvegardée en revenant à la fenêtre et en y pressant la touche «Save as» (on peut la rappeler à tout moment avec la touche «Open function»).

Comme vous le voyez, l'onde carrée apparaissant à l'écran de **Visual Analyser** présente par les flancs **pas très raides** et une **sur-oscillation (overshoot)** sur sa partie plate. À première vue vous pourriez penser que cela est dû à un **dysfonctionnement** du générateur **BF** de **Visual Analyser** ou du circuit quadratureur présent sur la platine d'interface.

En réalité, si vous allez analyser avec un oscilloscope l'onde carrée présente sur le connecteur **BNC** d'entrée de l'analyseur, celle-ci n'aura aucun défaut. Comment expliquer cette différence ?

Quand on travaille avec **Visual Analyser**, il faut toujours s'attendre à certaines limitations inévitables ; l'une d'entre elles est qu'au sein d'une bande allant de **10 Hz à 20 kHz**, il n'est pas possible d'élaborer ni de visualiser **aucune** des **harmoniques** en dehors de cette gamme de fréquences.

Alors, si vous êtes en train de mesurer une onde carrée à **1 kHz**, vous pourrez visualiser jusqu'à sa **dix-neuvième harmonique**, laquelle a une fréquence de **19 kHz**. Mais si l'onde carrée a une fréquence de **5 kHz** vous pourrez voir seulement jusqu'à sa **troisième harmonique**, correspondant à **15 kHz**.

Il s'ensuit que l'onde carrée à **1 kHz** sera représentée à l'écran avec une bonne précision, la même onde à **5 kHz** sera considérablement **distordue**.

À cela s'ajoute que même le **convertisseur USB** se trouve en difficulté pour reproduire les rapides commutations typiques de cette forme d'onde, laquelle est de ce fait affectée à l'écran de l'oscilloscope par un front de montée assez **lent** et par une **sur-oscillation (overshoot)** dans sa partie plate.

C'est pourquoi nous vous recommandons de **ne pas** utiliser l'onde carrée

pour effectuer des mesures réclamant une grande précision, mais d'utiliser toujours à la place la forme d'onde **sinusoïdale**, laquelle ne présente pas ce type de problème.

Construisons le spectre d'un signal quelconque

Si vous continuez à utiliser **Visual Analyser** vous verrez que cet instrument vous permet non seulement d'effectuer l'analyse spectrale d'un signal électrique, mais qu'il vous offre en plus la possibilité de **construire** un **signal** à volonté.

Si vous regardez la fenêtre principale **Wave** du **générateur BF** de la figure 29, vous verrez en effet qu'outre les fonctions les plus connues, comme l'onde **sinusoïdale**, **triangulaire**, **carrée**, etc.,

au moyen de l'option **Custom**, il existe la possibilité de générer les formes d'onde les plus **diverses**.

Cela est possible parce que, nous le savons maintenant, une forme d'onde n'est rien d'autre que le résultat de la **combinaison** de diverses **sinusoïdes** d'amplitudes et fréquences opportunes.

En utilisant cette fonction du générateur vous pourrez vous amuser à vérifier le théorème de **Fourier** et **construirez** vous mêmes un **signal électrique** au moyen de la combinaison d'ondes **sinusoïdales** d'amplitudes et fréquences connues de vous.

Ensuite, en envoyant le signal ainsi obtenu à l'**analyseur de spectre**, vous pourrez vérifier si à l'écran le spectre comporte bien les **composantes sinusoïdales** que vous avez utilisées précédemment pour le construire.

Pour effectuer cette expérimentation, vous devrez procéder comme suit :

- sélectionnez la fonction **Custom** située à l'intérieur de la fenêtre **Wave function**, comme indiqué à la figure 29;

- sélectionnez dans la barre du haut l'option **Custom Function** et la fenêtre de la figure 30 s'ouvre. Dans cette fenêtre, sélectionnez l'option **Visual Tool** et la fenêtre de la figure 31 apparaît.

Comme vous le voyez, dans la partie haute de la fenêtre on trouve les mentions **Harm.1-2-3**, **Harm.4-5-6** et ainsi de suite jusqu'à la mention **Harm.19-20**.

Cela signifie que vous disposez de jusqu'à **20** diverses **harmoniques** pour produire un signal à votre convenance.

Supposons par exemple que nous voulions vérifier si les signaux examinés dans le cas de la figure 1 aboutissent véritablement à un signal très semblable à une onde en **dents de scie**. Les signaux d'où nous sommes partis étaient les suivants :

générateur 1	1 kHz	1 V
générateur 2	2 kHz	0,5 V
générateur 3	3 kHz	0,35 V
générateur 4	4 kHz	0,25 V
générateur 5	5 kHz	0,2 V

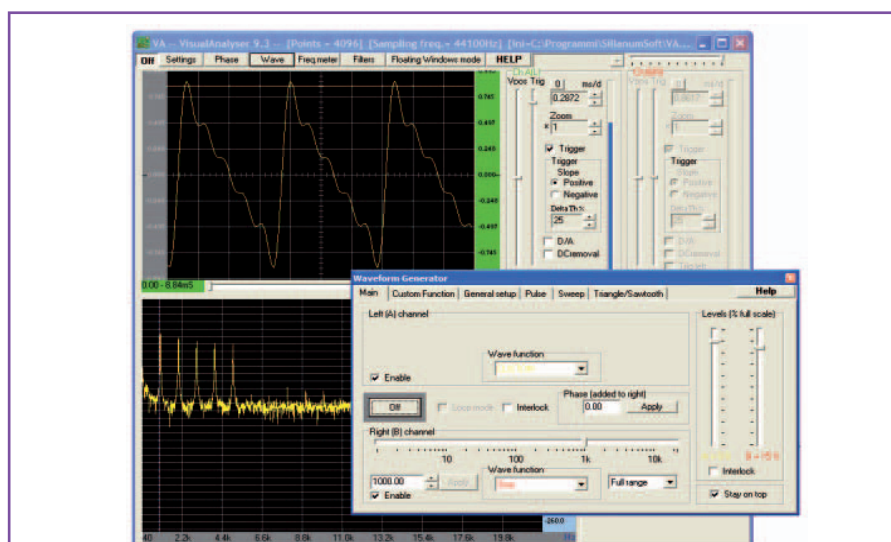


Figure 36 : Mettez le commutateur de l'atténuateur d'entrée sur x1. Cliquez sur l'option «Main», la fenêtre principale du générateur BF s'ouvre.

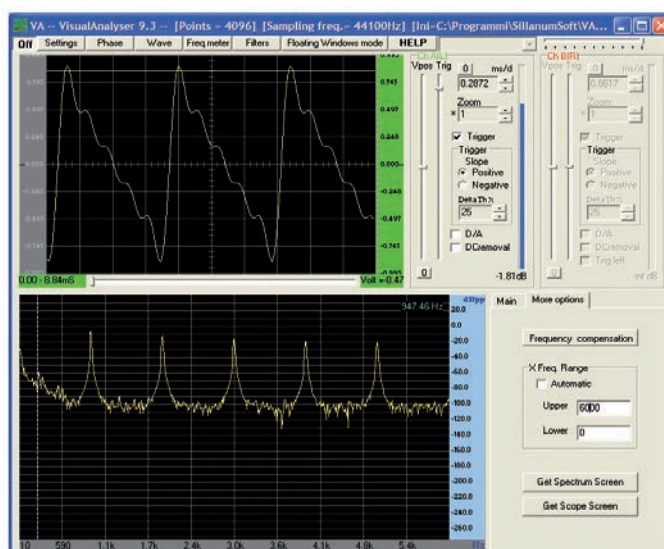


Figure 37 : Il est facile de vérifier, en regardant la figure, que le spectre contient effectivement les cinq sinusoïdes de départ, à 1 k, 2 k, 3 k, 4 k et 5 kHz. Si vous désirez observer cette partie de spectre plus en détail, vous pourrez le faire en cliquant sur l'option «More Options».

Pour effectuer l'essai, vous n'avez rien d'autre à faire que d'introduire ces valeurs d'**amplitude** et de **fréquence** dans la fenêtre de la figure 31 en face des **cinq premières harmoniques**.

Sélectionnez l'option du haut **Harm.1-2-3** qui vous donne la possibilité d'introduire les valeurs relatives aux **trois premières harmoniques**. Activez maintenant les options **Enable 1**, **Enable 2**, **Enable 3** en cochant les cases correspondantes.

Pour produire une forme d'onde à volonté, nous pouvons indiquer l'amplitude de ses composantes en **dB** ou

bien en **pourcentage** du fond d'échelle, en sélectionnant une de ces options dans la mention **Amplitude**.

Dans notre exemple, il sera plus utile de sélectionner l'option **Percent full scale** parce que, en supposant que la valeur de **1 V** corresponde à **50%** de l'échelle, toutes les autres valeurs pourront être exprimées directement en pourcentage selon le tableau suivant :

1 V	= 50%
0,5 V	= 25%
0,35 V	= 17% environ
0,25 V	= 12% environ
0,20 V	= 10%

Reportez la valeur **50%** et **1 kHz** dans les fenêtres de la **première harmonique** et les valeurs **25% - 2 kHz** et **17% - 3 kHz**, dans les fenêtres de la **deuxième** et de la **troisième harmonique**, comme l'indique la figure 32.

Sélectionnez maintenant l'option du haut **harmonique 4-5-6**, pour laquelle vous allez cocher les cases **Enable 4** et **Enable 5** comme l'indique la figure 33.

Introduisez ensuite dans les fenêtres de la **quatrième harmonique** les valeurs **12%** et **4 kHz** et dans les fenêtres de la **cinquième harmonique** les valeurs **10%** et **5 kHz** (voir figure 33).

Sur chacune des fenêtres que vous avez programmées, insérez les paramètres :

Phase : 0

Modulation : constant

Si maintenant vous allez étendre dans le sens horizontal le graphe de la partie haute de la fenêtre, en déplaçant vers la droite le petit **curseur** de dessous (voir figure 34), vous verrez apparaître à l'écran une forme d'onde qui, effectivement, est très proche d'un signal en **dents de scie**.

Naturellement, comme nous le prévoyions, le signal n'est pas une dent de scie parfaite car, pour le construire, nous avons utilisé seulement ses **cinq premières harmoniques**.

Note : une fois programmée, la forme d'onde peut être sauvegardée en revenant à la fenêtre de la figure 35 et en y pressant la touche **Save as** (on peut la rappeler à tout moment avec la touche **Open function**).

Maintenant que vous avez construit le signal, vous pourrez le prélever sur la platine d'interface **EN1690** et l'envoyer à l'analyseur de spectre.

Reliez ensuite la **prise BF** de la sortie **N.1** de la platine **EN1690** au connecteur **BNC** d'entrée du **canal A** de cette même platine, comme l'indique la figure 5.

Mettez le commutateur de l'**atténuateur** d'entrée sur **x1**. Cliquez maintenant sur l'option **Main**, la fenêtre principale du **générateur BF** de la figure 36 s'ouvre.

Pressez la touche **On** du générateur : elle commence à clignoter, cela indique qu'il fonctionne correctement.

Si vous pressez maintenant la touche **On** située en haut à gauche dans la barre principale, vous verrez apparaître sur l'**oscilloscope** la forme d'onde du **signal** et, sur l'écran de l'**analyseur**, son **spectre**.

Il est facile de vérifier, en regardant la figure 36, que le spectre contient effectivement les **cinq sinusoïdes** de départ, à **1 k, 2 k, 3 k, 4 k et 5 kHz**.

Si vous désirez observer cette partie de spectre plus en détail, vous pourrez le faire en cliquant sur l'option **More Options**, comme l'indique la figure 37.

En décochant la case **Automatic** et en paramétrant une valeur de fréquence **Lower** égale à **0** et **Upper** égale à **6 kHz**, vous aurez à l'écran la portion qui nous intéresse, comme le montre la figure 37, dans laquelle les fréquences composant votre signal sont bien visibles.

Si vous voulez maintenant en mesurer avec précision l'**amplitude** et la **fréquence**, en cliquant sur l'écran avec la touche gauche de la souris et en portant sur le pic désiré la ligne pointillée qui s'ouvre, vous aurez la valeur de la fréquence en **Hz** et de l'amplitude en **dB** ou en **V**, en fonction de l'échelle que vous avez sélectionnée.

Comment calculer l'amplitude des harmoniques

Après avoir vu comment trouver le spectre d'un signal, vous pourrez avoir la curiosité de savoir comment on fait pour calculer l'**amplitude** et la **fréquence** des diverses **harmoniques** qui le composent.

En général les calculs utilisés dans l'analyse harmonique sont à base de formules mathématiques plutôt complexes, que nous n'allons certainement pas aborder dans cet article.

Toutefois, si le signal à analyser correspond à une onde **triangulaire**, à une

onde en **dents de scie**, ou à une onde **carrée**, le calcul des harmoniques se réduit à quelques formules assez simples comme celles reportées figure 38.

Si vous avez la patience de nous suivre dans l'exemple que nous donnons ci-après, vous vous apercevrez qu'avec un peu d'attention vous serez capables, même vous, d'utiliser ces formules pour trouver le spectre de ces formes d'onde simples, en connaissant l'**amplitude** et la **fréquence** du signal de départ.

À titre d'exemple, voyons comment calculer le spectre d'un signal à **onde carrée**.

Supposons que la forme d'onde de départ a les caractéristiques suivantes :

amplitude : 1,5 V crête/crête

fréquence : 1 kHz

Si nous prenons en considération le contenu de la figure 38, nous voyons que pour le calcul de la forme d'onde carrée il faut utiliser la formule :

$$f(t) = 4A / \pi \times (\sin \omega t + 1/3 \sin 3\omega t + 1/5 \sin 5\omega t + 1/7 \sin 7\omega t + \dots)$$

Cette formule peut sembler difficile à comprendre, mais en réalité elle est moins compliquée qu'il n'y paraît. Nous allons la dédramatiser en expliquant son contenu.

Le terme **f(t)** indique la forme d'onde que nous voulons analyser, ici c'est l'onde carrée : elle prend des valeurs différentes à chaque **instant** du temps **t**. Tout de suite au début de la formule, nous trouvons le facteur :

$$4A / \pi$$

Ce terme, qui devra être multiplié par chacune des additions contenues entre parenthèses, contribue à déterminer l'**amplitude** de chacune des harmoniques composant le spectre.

La lettre **A** représente l'amplitude de l'onde carrée de départ, qui dans notre cas correspond à **1,5 V crête/crête**, alors que le terme π (**pi**) est un nombre bien connu de tous et valant environ **3,141**.

Remplaçons ces valeurs dans la formule et nous obtiendrons :

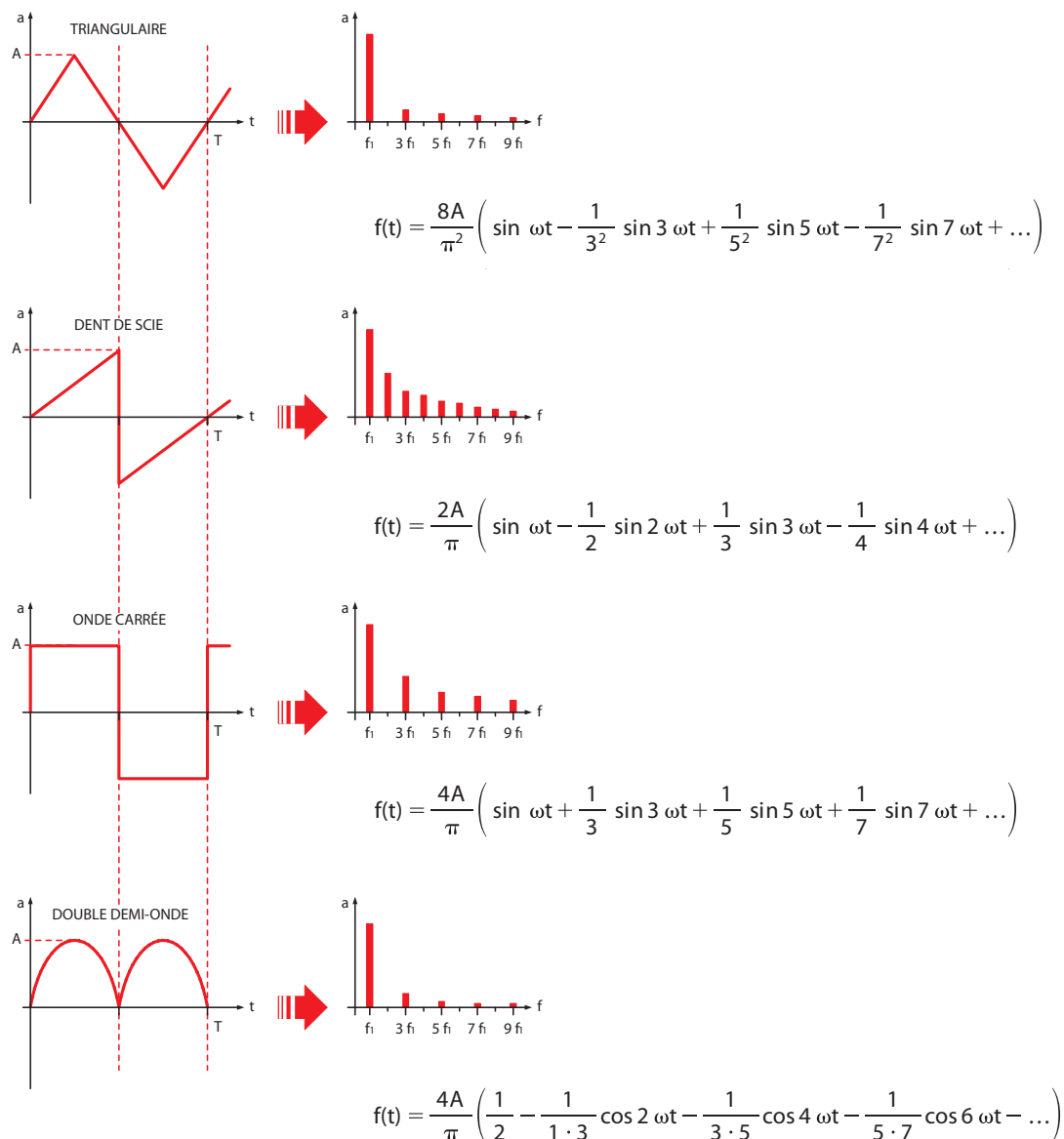


Figure 38 : Dans cette figure nous avons représenté certaines formes d'onde d'usage assez commun associées à la configuration de leur spectre, élaboré pour les 9 premières harmoniques. Vous voyez que l'amplitude des harmoniques décroît avec l'augmentation de la fréquence et que dans l'onde en dents de scie figurent les harmoniques paires et les harmoniques impaires, alors que dans les autres cas apparaissent uniquement les harmoniques impaires. À titre de curiosité, nous avons en outre indiqué les formules avec lesquelles on peut trouver la fréquence et l'amplitude des diverses harmoniques, comme l'indique l'exemple des pages suivantes.

$$4 \times 1,5 \text{ V} / 3,141 = 1,909 \text{ V}$$

Nous pouvons donc simplifier la formule précédente en l'écrivant ainsi :

$$f(t) = 1,909 \times (\sin \omega t + 1/3 \sin 3\omega t + 1/5 \sin 5\omega t + 1/7 \sin 7\omega t + \dots)$$

Dans la somme suivante entre parenthèses, nous voyons les termes **sin ωt** , **sin $3\omega t$** , **sin $5\omega t$** , **sin $7\omega t$** , etc. : ils représentent les différentes **fonctions sinusoïdales** composant le signal,

c'est-à-dire les **harmoniques** dans l'ordre des fréquences croissantes. Sans entrer dans les précisions supplémentaires, disons que la lettre **ω** représente la **vitesse angulaire** d'une fonction sinusoïdale et qu'elle dépend de sa **fréquence f** comme l'indique la formule suivante :

$$\omega = 6,28 f$$

La **vitesse angulaire ω** correspond à la fréquence de la **première harmonique**,

appelée aussi **fondamentale** du signal à analyser.

Pour nous, l'onde carrée ayant une fréquence de **1 kHz**, la valeur de **ω** correspond à une **fréquence** de **1 kHz**. Les harmoniques indiquées entre parenthèses auront donc les fréquences suivantes :

1e harmonique (sin ωt) = 1 kHz

3e harmonique (sin $3\omega t$) = 3 kHz

5e harmonique (sin $5\omega t$) = 5 kHz

7e harmonique (sin $7\omega t$) = 7 kHz.

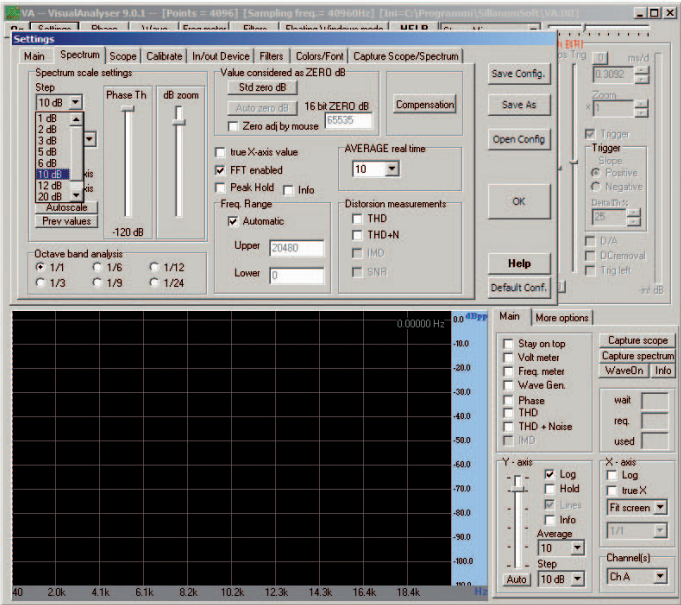


Figure 39 : Dans cette fenêtre on a tous les paramètres vous permettant de configurer l'analyseur de spectre.

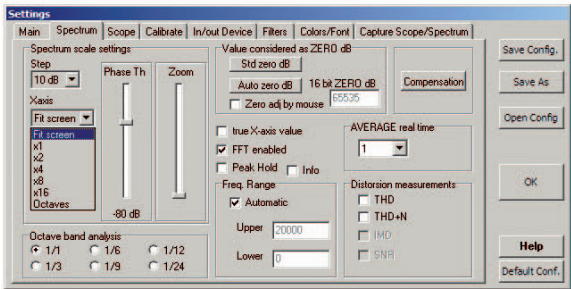


Figure 40 : Si vous ouvrez la fenêtre de cette commande, les diverses options visibles vous sont proposées.

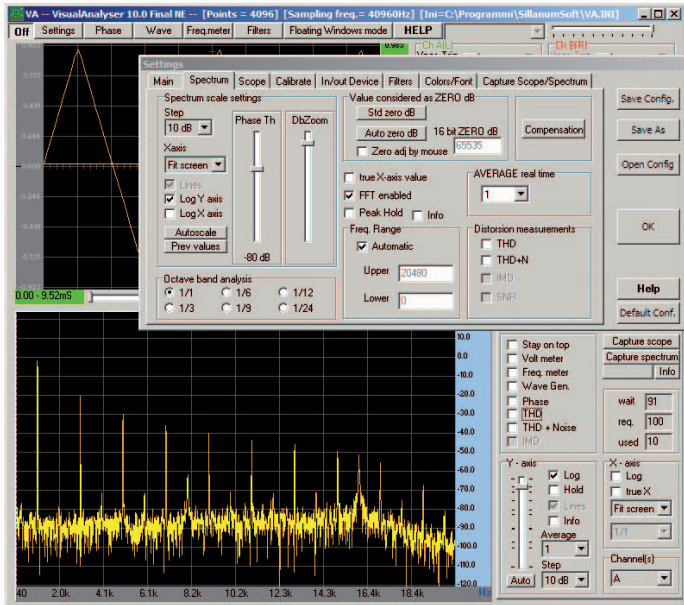


Figure 41 : En sélectionnant Fit screen, le graphique sera visualisé avec la totalité de la gamme de fréquence de travail de 20 Hz à 20 kHz représentée sur l'axe horizontal.

Dans notre exemple nous nous arrêtons à la **septième** harmonique mais naturellement la série continue à l'**infini**.

La première chose que l'on remarque est que dans le spectre de l'onde carrée les **harmoniques paires** ne sont pas présentes, soit la **deuxième harmonique** correspondant dans notre cas à **2 kHz**, la **quatrième harmonique** correspondant à **4 kHz**, la **sixième harmonique**, correspondant à **6 kHz** et ainsi de suite.

La seconde considération qui saute aux yeux en regardant la formule est que chacune des harmoniques est précédée d'un **facteur** qui est égal à :

- 1 pour la **1ere** harmonique
- 1/3 pour la **3eme** harmonique
- 1/5 pour la **5eme** harmonique
- 1/7 pour la **7eme** harmonique

Comme prévu, plus le rang des harmoniques croît et plus leur amplitude **diminue** progressivement.

Pour calculer les amplitudes des harmoniques nous n'avons qu'à développer la formule précédente, donc la formule précédente :

$$f(t) = 1,909 \times (\sin \omega t + 1/3 \sin 3\omega t + 1/5 \sin 5\omega t + 1/7 \sin 7\omega t + \dots)$$

devient :

$$f(t) = 1,909 \times \sin \omega t + 1,909 \times 1/3 \sin 3\omega t + 1,909 \times 1/5 \sin 5\omega t + 1,909 \times 1/7 \sin 7\omega t + \dots$$

Figure 42 : Pour sélectionner une gamme de fréquences différente on la choisit dans l'option «Freq.range» en désélectionnant la case Automatic et en paramétrant les valeurs inférieure et supérieure de la gamme de fréquences désirée, par exemple de 300 à 3 800 Hz

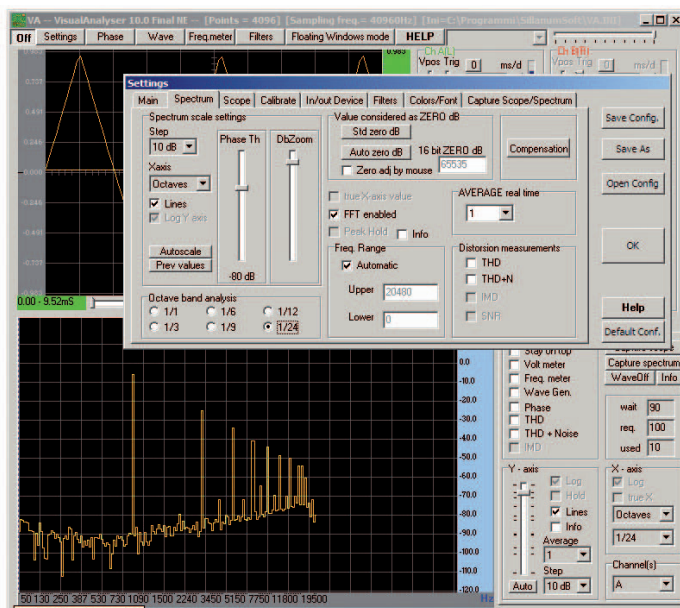
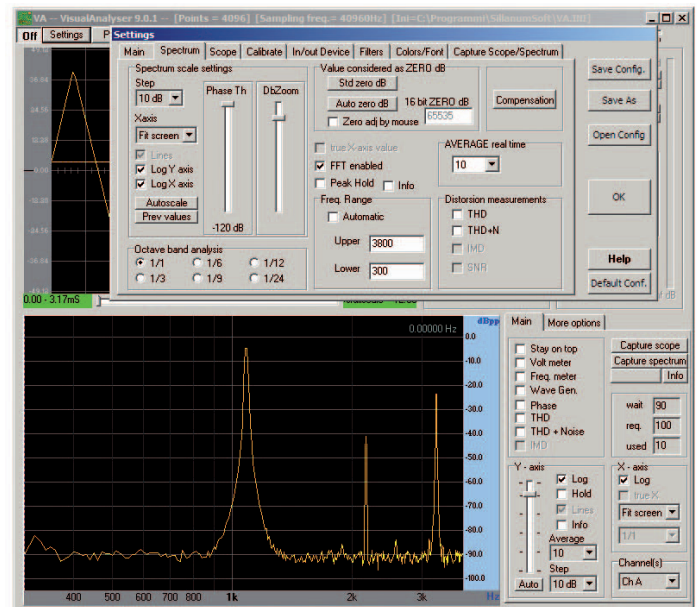
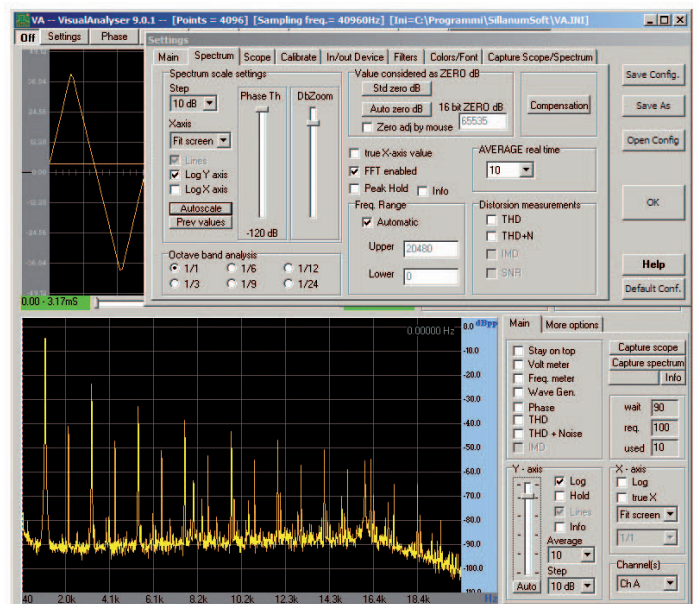


Figure 43 : Si au lieu de cocher, dans la case «Octave band» analysis, l'option 1/1 vous sélectionnez une des autres options 1/3-1/6-1/9-1/12-1/24, vous obtiendrez une autre division de chaque octave en 3-6-9-12-24 divisions, ce qui vous permettra d'effectuer une analyse encore plus fine de la fréquence

Figure 44 : Si vous cochez la case «Lines», vous aurez à l'écran cette représentation ci-contre.



et ensuite :

$$f(t) = 1,909 \sin \omega t + 0,636 \sin 3\omega t + 0,381 \sin 5\omega t + 0,272 \sin 7\omega t + \dots$$

Ce ne sont rien d'autre que les harmoniques composant notre onde carrée de départ avec leurs amplitudes en **V**.

Nous pourrions donc dire que le spectre d'une onde carrée de **1,5 V** d'amplitude **crête/crête** et une fréquence de **1 kHz** calculée jusqu'à sa **7e harmonique** est ainsi composé :

	fréquence (kHz)	amplitude (V c/c)
1e harmonique	1	1,909
3e harmonique	3	0,636
5e harmonique	5	0,381
7e harmonique	7	0,272

Au cours de cet exemple, nous avons calculé le spectre d'un signal à onde carrée en nous arrêtant à la **septième** harmonique. Toutefois, comme vous l'avez vu, les formules ont une allure cyclique permettant de calculer de la même manière les harmoniques suivantes.

Si, par exemple, nous voulions déterminer l'amplitude de l'harmonique suivant la **septième** en regardant la formule relative à l'onde carrée nous pourrions déjà supposer qu'il va s'agir d'une harmonique de ce type :

$$1/9 \sin 9\omega t$$

Elle aura en effet une fréquence égale à **9 fois** celle de la **fondamentale**, soit :

$$f = 9 \times 1 \text{ kHz} = 9 \text{ kHz}$$

Son amplitude pourra facilement être calculée comme ci-dessus, soit :

$$\text{amplitude} = 4A / \pi \times 1/9$$

Si nous remplaçons dans la formule l'amplitude du signal de départ qui est de **1,5 V**, nous obtiendrons :

$$\text{amplitude} = (4 \times 1,5 \text{ V}) / 3,141 \times 1/9 = 1,909 \times 1/9 = 0,212 \text{ V}$$

Un raisonnement analogue pourra être appliqué aussi aux autres formules de la figure 38 : mais attention, il faudra prendre en considération le **signe**

algébrique + ou **-** situé devant les différentes composantes harmoniques mises entre parenthèses.

Dans certains cas vous noterez qu'à la place de la fonction **sinus** abrégée en **sin**, apparaît la fonction **cosinus**, abrégée en **cos**. Ce n'est pas une erreur : si vous connaissez ces fonctions vous savez que toutes deux font partie de la famille des fonctions sinusoïdales.

Suivons le processus utilisé dans cet exemple et employons les différentes formules : nous allons pouvoir calculer le spectre des diverses formes d'onde représentées en figure 38.

Avant de nous lancer dans la description des commandes spécifiques de l'analyseur, nous voulons vous rappeler que la commande qui active en même temps l'**oscilloscope** et l'**analyseur de spectre**, en faisant apparaître à l'écran de l'oscilloscope le **signal électrique** appliqué en entrée et sur celui de l'analyseur son **spectre**, est la touche **On** présente en haut à gauche sur la barre d'outils de la fenêtre principale de **Visual Analyser**.

Une fois activée, la mention **Off** apparaît sur la touche et **Visual Analyser** entre en fonction.

Pour atteindre les commandes de l'analyseur de spectre, vous devrez partir de la **fenêtre principale** de **Visual Analyser** et cliquer sur la touche **Settings**.

Dans la fenêtre qui s'ouvre ensuite, cliquez sur la touche **Spectrum** et la fenêtre de figure 39 s'ouvre. Dans cette fenêtre on a tous les paramètres vous permettant de **configurer** l'analyseur de spectre.

La plupart des paramètres de cette fenêtre peuvent être modifiés aussi par la fenêtre principale du programme, où ils se trouvent en bas à droite de l'écran, voir figure 22.

La première commande que vous trouvez à l'intérieur du bloc **«Spectrum scale settings»** est celui des :

Step : cette commande permet de modifier le **pas** de division de l'échelle graduée en **dB** mesurant l'**amplitude** du signal sur le graphique du **spectre**.

Quand s'ouvre cette fenêtre, une série de valeurs, comme l'indique la figure 39, apparaît, à l'intérieur de laquelle le pas de l'échelle de l'axe **vertical (Y)** du spectre peut être modifié finement d'un minimum de **1 dB** jusqu'à un maximum de **24 dB**.

La commande suivante est :

X axis : cette commande permet de modifier la représentation graphique des **fréquences** sur l'axe **horizontal** du spectre : on choisit les **limites** de l'**intervalle** des fréquences que l'on désire observer et le **mode** de présentation des fréquences, mode **linéaire** ou mode **logarithmique**.

Si vous ouvrez la fenêtre de cette commande, les diverses options visibles figure 40 vous sont proposées. En sélectionnant **Fit screen**, le graphique sera visualisé avec la totalité de la gamme de fréquence de travail de **20 Hz** à **20 kHz** représentée sur l'axe horizontal (voir figure 41).

La possibilité de sélectionner une gamme de fréquences différente existe toutefois. On la choisit dans l'option **Freq.range** en désélectionnant la case **Automatic** et en paramétrant les valeurs **inférieure** et **supérieure** de la **gamme de fréquences** désirée, par exemple de **300** à **3 800 Hz** comme le montre la figure 42.

Vous pourrez ainsi choisir de visualiser à l'écran seulement la partie de spectre que vous voulez observer.

Si en revanche vous sélectionnez les options **x1-x2-x4-x8-x16** la portion **initiale** de fréquences représentée sur l'axe **horizontal (X)** du **spectre** sera **agrandie** progressivement

Au moment où vous sélectionnez cette option, sous le graphique un **curseur** apparaît : il permet de défiler le long de l'axe **X** du spectre et de choisir la portion qui nous intéresse.

Il est intéressant de noter qu'en activant cette option dans le cas d'un spectre contenant beaucoup d'harmoniques rapprochées (avec l'option **Fit screen** elles seraient nécessairement superposées), il est possible de les observer séparément une par une.

Avec toute cette série d'options, la représentation des fréquences sur le spectre se fera uniquement en mode linéaire.

En sélectionnant l'option **Octaves**, l'axe horizontal du spectre se modifie en représentant les valeurs des fréquences non plus en mode **décimal** ou **logarithmique**, mais selon la classification par **octave**. Dans cette classification, chaque fréquence de l'échelle représente le **double** de la fréquence qui la **précède**.

Si vous observez par exemple la figure 21, vous vous apercevrez que les valeurs présentes sur l'axe horizontal du spectre sont les suivantes :

20-32-63-125-250-500-1k-2k-4k-8k-16 k

Comme vous le voyez, en excluant la première valeur de **20 Hz** qui représente la **limite inférieure** de la bande de travail, les fréquences sont doublées au fur et à mesure qu'on augmente la **fréquence**.

Chaque intervalle entre une valeur et l'autre représente une **octave** et, si deux valeurs ne sont pas contiguës, leur éloignement est exprimé par le nombre des octaves qui les séparent.

Exemple : les valeurs **250 Hz** et **2 kHz** sont séparées par **trois octaves**.

Si au lieu de cocher, dans la case **Octave band analysis**, l'option **1/1** vous sélectionnez une des autres options **1/3-1/6-1/9-1/12-1/24**, vous obtiendrez une autre division de chaque octave en **3-6-9-12-24 divisions**, ce qui vous permettra d'effectuer une analyse encore plus fine de la fréquence, voir figure 43.

Après avoir choisi en quel mode représenter la fréquence sur le spectre, vous trouverez ensuite la case :

Lines : si vous cochez cette case, vous aurez à l'écran la représentation de la figure 44, si vous ne la cochez pas vous obtiendrez la représentation de la figure 45. Cette option **n'est pas** active si l'option **Fit screen** est sélectionnée.

Si vous continuez à explorer les commandes, vous trouvez la case :

Log Y axis : en cochant cette case, vous aurez une représentation de l'amplitude des harmoniques présentes sur le spectre en mode logarithmique, c'est-à-dire des valeurs en **dB** sur l'axe **vertical (Y)** de l'écran.

Si en revanche vous la décochez, vous aurez une représentation **linéaire** de leur amplitude, soit en **V**. À la différence de la représentation **logarithmique** en **dB**, pour laquelle on a sur le graphique même les harmoniques beaucoup plus petites que la fondamentale, avec ce type de représentation ces minuscules harmoniques **disparaissent** du graphique.

Note : en agissant sur le curseur **Zoom** vous pourrez agrandir ou réduire à volonté dans le sens vertical la représentation graphique du spectre.

Log X axis : cette case s'ouvre **uniquement** si l'option **Fit screen** a été sélectionnée précédemment. Dans ce cas il est possible d'activer la représentation sur l'échelle **logarithmique** des **fréquences**, voir figure 8, ou sur l'échelle **linéaire** (voir figure 7).

La commande suivante que vous trouverez sur la fenêtre Spectrum est :

Autoscale : si pour une raison quelconque, par exemple en faisant défiler le curseur **Zoom**, vous vous retrouvez avec le spectre s'échappant de l'écran, en pressant la touche **Autoscale** cette fonction le **redimensionnera automatiquement** et le fera rentrer à nouveau dans l'écran.

Si en revanche vous pressez la touche :

Prev.values

vous restaurerez la situation précédente.

À côté du curseur **Zoom** vous trouvez aussi le curseur **Phase th.** qui signifie réglage du **seuil de phase** (Phase Threshold).

Ce curseur n'agit pas sur le spectre, mais permet de modifier la **sensibilité** d'entrée en **dB** du **mesureur de phase**, ce qui permet de sélectionner les harmoniques à considérer dans les mesures de phase, en fonction de leur **amplitude**.

Nous en préciserons l'utilisation quand nous nous occuperons des **mesures de phase**.

Les commandes que vous trouvez ensuite sont celles qui permettent d'effectuer la mise à zéro du spectre et précisément le **Std.Zero dB**, l'**Autozero dB** et le **Zero adj.by mouse** :

Std Zero dB : cette commande permet d'effectuer automatiquement la mise à zéro du spectre, en faisant correspondre le **zéro dB** avec la **valeur maximale** fournie par la conversion à **16 bits** soit **65 535**.

Ainsi, quelle que soit la modification que vous ayez apportée manuellement, en pressant cette touche vous restaurerez automatiquement le **zéro dB** à la valeur standard.

Autozero dB : à la différence du **Std Zero dB**, cette commande fait coïncider le niveau du **zéro dB** avec le sommet du pic présentant l'**amplitude maximale** dans le spectre.

Zero adj.by mouse : en cochant cette option, vous verrez l'axe **vertical (Y)** du spectre se colorer en un **bleu intense**.

Si vous portez maintenant le pointeur de la souris sur l'axe **Y**, avec un clic gauche vous pourrez traîner le spectre vers le **haut** ou vers le **bas**, jusqu'à faire coïncider la valeur correspondant au **0 dB** sur l'axe **Y** avec le point du **spectre** désiré.

Note : chaque fois que vous effectuez une mise à zéro, la valeur correspondante sera visualisée dans la case **16 bits zéro dB**.

L'option rencontrée immédiatement après est celle du :

True X-axis value : en cochant cette case, vous verrez que sur l'axe horizontal les valeurs de fréquences ne sont plus indiquées avec l'approximation normalement utilisée, mais avec leur valeur précise.

Passons maintenant à l'option suivante, soit la :

FFT enabled : comme nous l'avons expliqué, l'acronyme **FFT** signifie **Fast**

Fourier Transform, c'est-à-dire l'algorithme utilisé pour trouver le spectre de n'importe quel signal électrique.

Quand cette case est cochée, l'analyseur de spectre est **activé** et il calcule continuellement le spectre du signal appliqué en entrée, en effectuant une **série** répétée de **FFT**.

Le nombre de **FFT** à utiliser pour le calcul peut être paramétré dans la fenêtre **AVERAGE real time** et peut varier d'un minimum de **1** à un maximum de **200** comme le montre la figure 46.

Naturellement, plus **élevé** est le nombre de **FFT** prises en considération et meilleure est la précision de la **présentation** du spectre sur l'écran.

En même temps cependant la quantité de **ressources** demandée à l'ordinateur, c'est-à-dire le **temps** qu'on lui demande pour le calcul de la **FFT** augmente.

Parmi les fonctions de **Visual Analyser**, celle qui calcule la **FFT** est de loin la fonction qui consomme le plus de ressources de l'ordinateur.

C'est pourquoi, si vous n'avez pas besoin d'élaborer le spectre, en **désactivant** la **FFT** vous aurez à votre disposition plus de ressources pour l'**oscilloscope**, même si dans ce cas vous ne pourrez plus utiliser le **fréquence-mètre** (qui s'appuie sur la **FFT** pour calculer la fréquence de la fondamentale) ni la mesure de **phase**.

Vous trouvez ensuite la case :

Peak Hold : cette option permet de **bloquer** le niveau maximum d'un pic. Si elle est activée, elle agit aussi sur la fonction **Capture spectrum**.

Info : permet de visualiser dans la partie haute du spectre la valeur de l'amplitude en **dB** du pic d'amplitude maximale.

Freq.range : cette option permet de choisir une **gamme** de **fréquences** spécifique à l'intérieur de laquelle on visualise le spectre.

Si vous décochez la case **Automatic**, vous aurez la possibilité d'insérer les

deux valeurs de **fréquence**, supérieure et inférieure, de la portion de spectre que vous voulez voir à l'écran, comme dans l'exemple de la figure 42.

THD et THD + N : permettent en revanche de visualiser sur le spectre la valeur de la **distorsion harmonique totale** (Total Harmonic Distorsion) et de la **THD + le bruit**.

Dans la fenêtre des commandes de l'analyseur de spectre, il reste encore une fonction, elle s'appelle :

Compensation : cette fonction est fort intéressante si l'on utilise l'analyseur de spectre dans le domaine **audio**, parce que si l'on doit employer le signal venant d'une **source audio** comme un **microphone**, la **tête de lecture** d'un magnétophone ou d'un tourne-disque, etc., elle permet de tenir compte de la courbe de **réponse** en **fréquence** de ces éléments.

Avec la fonction **Compensation** la courbe de réponse d'un microphone peut être importée à partir d'un **fichier**, s'il est disponible, bien sûr, ou alors elle peut être introduite **manuellement** point par point.

Visual Analyser en tiendra compte au moment d'élaborer le spectre, lequel sera de ce fait **égalisé**, c'est-à-dire indépendant de la réponse en fréquence de la source sonore utilisée.

Pour utiliser cette fonction, vous devrez procéder comme suit. Pressez la touche **Compensation** et la fenêtre visible figure 47 s'ouvre. La fenêtre offre la possibilité d'égaliser les deux canaux d'entrée : le gauche **A (Left)** et le droit **B (Right)**. Si on coche la case correspondante, on peut activer la compensation sur le canal souhaité ou bien sur les deux.

Pour mieux comprendre cette fonction, prenons un exemple. Supposons que vous disposiez de deux microphones **mono**, de types différents et que vous les connectiez l'un sur le canal **A** et l'autre sur canal **B**.

Au moyen de la fonction **Compensation** vous pourrez introduire la réponse en fréquence de chaque microphone, afin d'égaliser les deux parfaitement.

Après avoir ouvert la fenêtre de la figure 47 vous pourrez importer un **fichier** au format **.cmp** contenant la **courbe de réponse** en fréquence et introduire manuellement les **valeurs**.

Pour importer le fichier vous devrez cocher la case **«Enable compensation...»** du canal désiré, par exemple le canal **Left** sur la figure 47 et ensuite presser la touche correspondante, dans ce cas **Select left**.

Une fenêtre dans laquelle est visualisée une petite **bibliothèque (library)** de fichiers disponibles s'ouvre (voir la figure 48). Dans cette bibliothèque vous devrez avoir déjà importé le fichier correspondant à votre élément (micro, tête, etc.).

Sélectionnez le fichier correspondant et cliquez sur la touche **Ouvrir**.

Le fichier est transféré sur le canal **Left** de **Visual Analyser** comme le montre la figure 49. La même procédure doit ensuite être répétée pour le canal **Right** (voir la figure 50).

La commande suivante de l'analyseur de spectre est la :

FFT enable : en cochant cette case, on peut **activer** ou **désactiver** l'élaboration du **spectre**.

La **désactivation** de la **FFT** peut être utile lorsque vous ne voulez pas trouver le spectre, car elle permet de réduire la consommation de ressources de l'ordinateur. Pour le calcul cette fonction est vraiment excellente.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire l'oscilloscope-analyseur de spectre pour ordinateur **EN1690** est disponible chez l'un de nos annonceurs. Voir la publicité ci dessous.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après : <http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/120.zip>. ♦

Figure 45 : Si vous ne cochez pas la case «Lines», vous obtiendrez la représentation de la figure ci-contre. Cette option n'est pas active si l'option «Fit screen» est sélectionnée

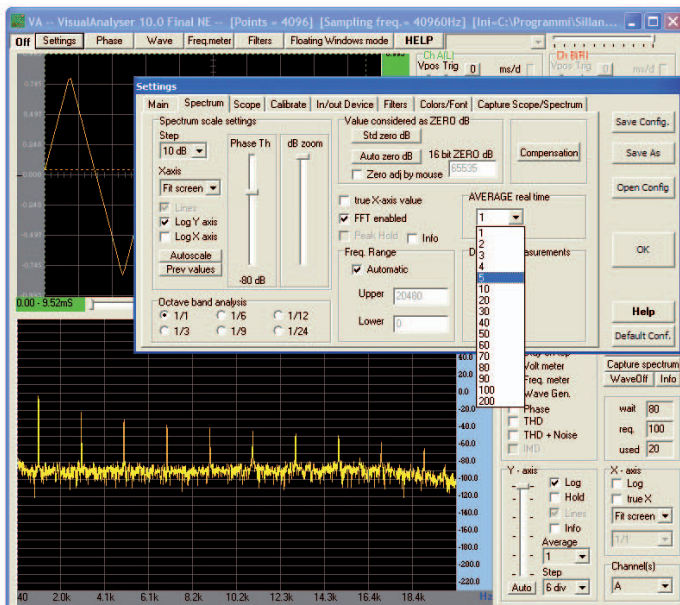
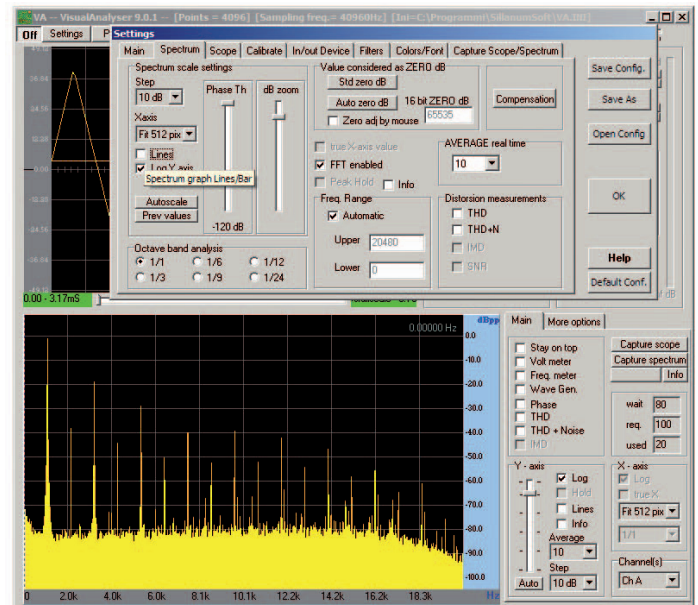


Figure 46 : Le nombre de FFT à utiliser pour le calcul peut être paramétré dans la fenêtre «AVERAGE real time» et peut varier d'un minimum de 1 à un maximum de 200.

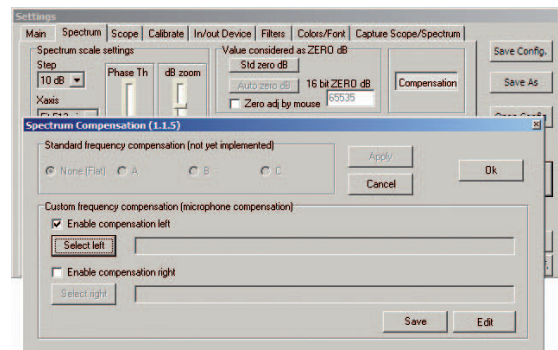
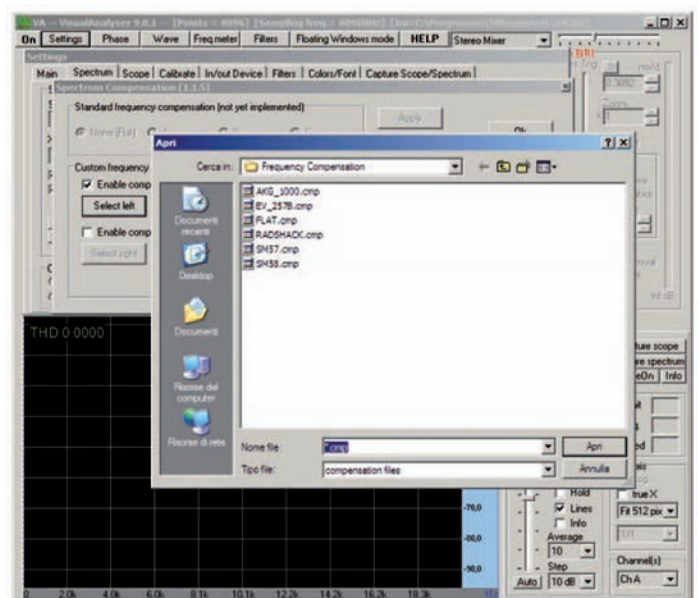


Figure 47 : Pour égaliser le spectre, pressez la touche «Compensation» et la fenêtre s'ouvre. Elle offre la possibilité d'égaliser les deux canaux d'entrée; le gauche A (Left) et le droit B (Right). Si on coche la case correspondante, on peut activer la compensation sur le canal souhaité ou bien sur les deux.

Figure 48 : Dans cette fenêtre est visualisée une bibliothèque (library) de fichiers disponibles qui s'ouvrent. Dans cette bibliothèque vous devrez avoir déjà importé le fichier correspondant à votre élément (micro, tête, etc.).



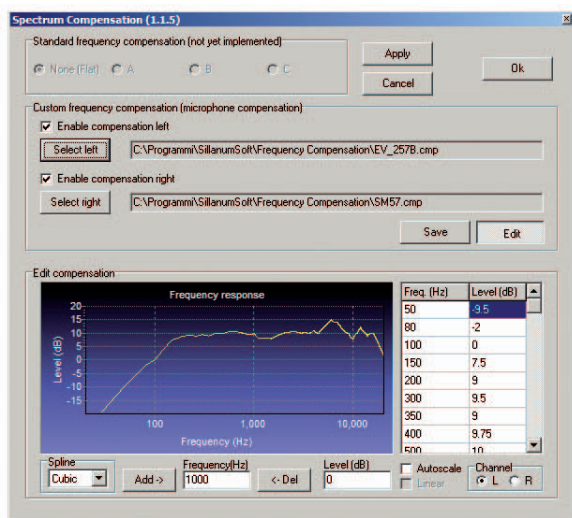
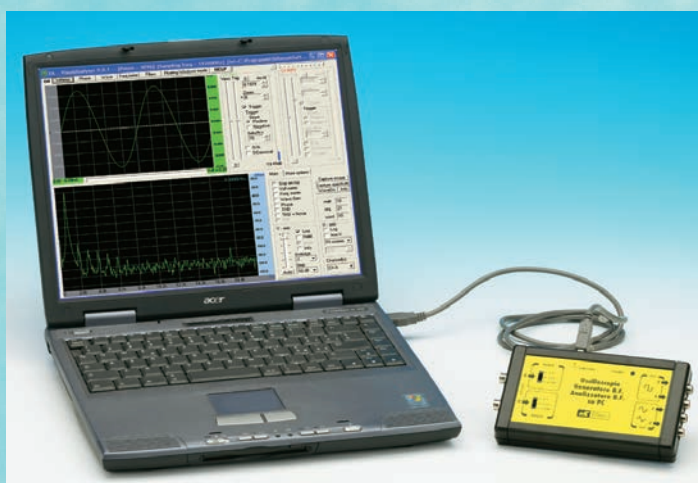
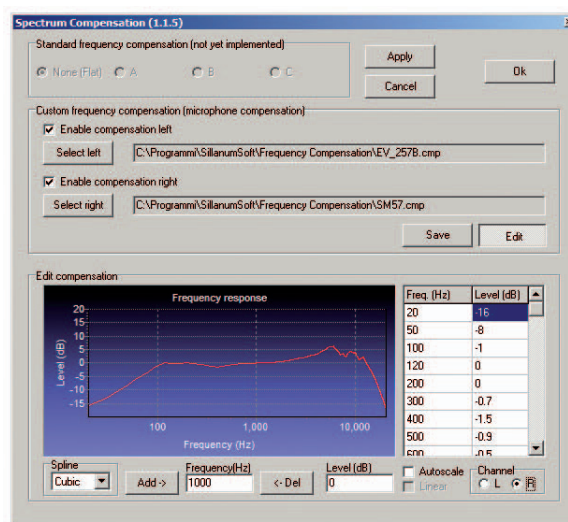


Figure 49 : Le fichier est transféré sur le canal Left de Visual Analyser.

Figure 50 : Le fichier est transféré sur le canal Right de Visual Analyser.



OSCILLOSCOPE + ANALYSEUR DE SPECTRE + FRÉQUENCEMÈTRE + VOLTMÈTRE + GÉNÉRATEUR BF

Posséder un oscilloscope et un analyseur de spectre est le rêve de tout amateur d'électronique ... mais cela coûte des fortunes ! Eh bien pas tant que cela avec le circuit d'interface USB pour ordinateur que ce kit vous propose de construire et le logiciel Visual Analyser. Vous disposerez ainsi bientôt d'un oscilloscope à deux voies et d'un analyseur de spectre capable de travailler entre 10 Hz et 20 KHz ; en plus vous aurez un fréquencemètre numérique de précision et un générateur BF. Tout cela sur votre PC et pour un coût des plus modestes.

Caractéristiques: Fréquence de conversion : 44,1 kHz - Type de conversion : 16 bits - Interface : USB 1.1 - Canaux d'entrée : 2 (CH A) (CH B) - Canaux de sortie : - 2 sorties signal carré de 0 à +5 V - 2 sorties sinusoïdale, triangulaire, etc., 14 V crête-crête - Calibres : - position x1 : maximum 1,7 V - position x10 : maximum 17 V - position x100 : maximum 170 V - Impédance d'entrée : >100 k - Alimentation : +5 V USB

COMELEC

CD 908 - 13720 BELCODENE

Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95

www.comelec.fr

EN1690.....	Kit complet avec coffret (hors filtre et calibre)	135,60 €
EN1691.....	Kit circuit calibre.....	23,70 €
EN1691B ...	Kit filtre basse bande.....	16,80 €
EN1690KM	Kit EN1690 complet version monté	189,85 €
RG10.05 ...	Cordon BNC/BNC 50 cm(en option).....	6,30 €
RG10.102..	Cordon BNC/crocodiles.....(en option)	4,90 €

Photos non contractuelles. Publicité valable pour le mois de parution. Prix exprimés en euro toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions.

MINILAB

ou apprendre l'électronique en se divertissant :

Un récepteur FM à super-réaction

Dans cet article, nous continuons notre série de propositions d'applications pour le Minilab. Cette fois nous allons vous apprendre à construire, avec une poignée de composants, une minuscule radio : un véritable récepteur FM dans la bande 88-108 MHz.



Habitué comme nous sommes à émettre et à recevoir partout des sons et des images au moyen des téléphones mobiles, des fax, d'Internet, nous n'avons plus idée de l'époque où tout cela n'existait pas et où toute la communication à distance «ne tenait qu'à un fil», celui de l'antenne captant les informations : nous côtoyons la **radio** depuis un siècle à peine, en fait elle ne s'est répandue dans les foyers qu'à partir de l'entre deux guerres.

Pourtant nous avons parfois le sentiment qu'elle est parmi nous depuis bien plus longtemps : à nos yeux de passionnés d'électronique, les transformations technologiques ont été vertigineuses. En quelques décennies on est passé des lampes (laissons de côté la galène...) aux microcontrôleurs, aussi beaucoup ne sauraient probablement pas par quel bout commencer pour construire un simple récepteur radio.

C'est pourquoi nous avons choisi, pour cette expérimentation de rentrée avec le Minilab, de vous expliquer comment il est possible de construire un minuscule **récepteur FM** dans la bande des **88-108 MHz** en partant d'une poignée de composants. Même si, bien sûr, il ne faut pas s'attendre à ce qu'il ait la sélectivité d'un tuner moderne, le récepteur que nous vous proposons, s'il est construit correctement, vous permettra de revivre l'émotion qui bouleversa les pionniers de la radio écoutant pour la première fois dans le haut-parleur de leur poste rudimentaire une voix nasillarde sur fond d'un souffle abominable provenant de l'éther. Nous devons admettre que réaliser un récepteur de ce type sur un support comme la plaque d'essais du Minilab n'est pas une mince entreprise, car même un circuit très simple comme celui que nous avons adopté, pose beaucoup de problèmes lors de la réalisation pratique.

En effet, quand on a à faire avec la radiofréquence, c'est-à-dire avec des signaux électriques voyageant à la fréquence de **millions de Hertz**, il faut prendre toute une série de précautions afin que le circuit, qui fonctionne parfaitement sur le papier, fonctionne aussi bien sur la plaque d'essais.

Pour y parvenir nous vous recommandons de prêter une attention maximale, durant l'insertion des composants sur la plaque d'essais, aux indications que nous vous donnerons au fur et à mesure. Il suffit d'un seul fil plus long que prévu ou bien un câble passant trop près d'un composant, pour que le circuit demeure désespérément muet lors des essais !

Toutefois, si vous suivez scrupuleusement nos indications, vous obtiendrez à coup sûr le résultat recherché et votre radio fonctionnera impeccablement. Vous pourrez alors à juste titre vous considérer comme un amateur éclairé.

Le récepteur à super-réaction

Le premier problème à résoudre, lors de la réalisation de cette expérimentation, était de trouver un circuit permettant de réduire au minimum les inconvénients dus aux fameuses capacités parasites présentes sur la plaque d'essais ; il fallait qu'en même temps la phase de montage sur la plaque d'essais demeure suffisamment simple.

Notre préférence est allée au **récepteur à super-réaction** qui, comme vous le voyez sur le schéma de la figure 2, est extrêmement **simple**. Ne vous y trompez pas cependant, bien que ce type de récepteur radio n'utilise qu'un **seul** élément actif associé à quelques composants, son circuit (rappelant pour l'essentiel les antiques **postes à galène**) a largement contribué à l'histoire de la radio.

Le circuit à super-réaction a été conçu en **1922** par **Edwin Howard Armstrong**, considéré comme le père de la radio telle que nous la connaissons aujourd'hui (voir encadré ci-après).



Figure 1 : Sur cette photo vous pouvez voir la minuscule radio réceptrice FM dans la bande 88-108 MHz EN3013 que nous vous proposons de réaliser dans cet article.

En effet, avec la super-réaction, Armstrong a inventé, à partir du premier émetteur réalisé, on le sait, par **Guglielmo Marconi**, les principaux circuits qui ont constitué la base des télécommunications actuelles, c'est-à-dire le **circuit à réaction (1912)**, le **superhétérodyne (1918)** et le système de la **modulation de fréquence (1933)**. Excusez du peu !

Même si aujourd'hui il a été abandonné, le schéma du circuit à super-réaction a joui en son temps d'une large notoriété et il a été utilisé jusqu'à ces toutes dernières années comme récepteur de radio-commande en modélisme et en automatisation. Sa spécificité est de posséder un **gain très élevé**, environ **1 million de fois (120 dB)**. Cette caractéristique le rend très **sensible** mais en même temps **instable**. C'est pourquoi son fonctionnement dépend beaucoup du soin avec lequel il est réalisé.

La caractéristique la plus intéressante de ce dispositif est qu'on peut réaliser avec un **unique élément actif**, la double fonction de **récepteur** et de **démodulateur** du signal radio. L'élément actif était à l'origine une **lampe**, ensuite remplacée par un **transistor à jonction**. Dans notre circuit, visible figure 2, nous avons utilisé un **FET**, c'est-à-dire un **transistor à effet de champ (Field Effect Transistor)**.

Le fonctionnement du circuit est le suivant. Le **FET FT1** constitue avec les deux **selfs**, toutes deux de **0,1 µH (JAF1 et JAF2)**, le condensateur de **15 pF (C4)**

et la **diode Varicap DV1**, l'**oscillateur principal**, en mesure d'osciller à une **fréquence** comprise entre **80 MHz** et **100 MHz** environ.

La valeur de la fréquence est réglée en actionnant le **trimmer R1 de 10 k**, lequel polarise avec une **tension continue** la cathode K de la **diode Varicap DV1**, une **BB329**.

Comme nous vous l'avons expliqué dans le **numéro 117 d'ELECTRONIQUE & loisirs magazine** dans l'article «**Émetteur FM 88-96 MHz pour Minilab EN3010**», la diode Varicap a la caractéristique de se comporter comme un **condensateur variable**, dont la capacité assume différentes valeurs en fonction de la **tension inverse** appliquée à ses extrémités. Précisément, si on applique une tension **positive** croissante entre la **cathode** et l'**anode**, sa capacité **diminue**. Quand la capacité de la varicap diminue, la **fréquence** de l'oscillateur principal **augmente**.

Ainsi, en tournant l'axe du **trimmer R1**, il est possible de syntoniser sur l'oscillateur principal toutes les valeurs de fréquence comprises dans la gamme **80-100 MHz**. En fait le **trimmer R1** a la même fonction que le bouton de **syntonie (ou accord)** d'une radio ordinaire.

La particularité de ce circuit consiste à utiliser un **second oscillateur**, formé de la **self** de **15 µH JAF3**, du **condensateur C6** et de la résistance **R4**. Ce second oscillateur a une fréquence de travail **beaucoup plus basse** que le premier,

E. H. Armstrong : “ L’inventeur discrédité ” qui conçoit la modulation de fréquence

Edwin Howard Armstrong (New York, 18 décembre 1890 - New York, 31 janvier 1954). Ce scientifique américain inventa le radiorécepteur hétérodyne (1913) et la modulation de fréquence (1928-1933). Passionné de radio, il a 17 ans quand il construit son premier poste. Il entre en 1909 à la Columbia University et en sort ingénieur en 1913. Il n’enseigne jamais, mais l’université est fière de l’avoir auprès d’elle : cela lui permet de bénéficier de ressources importantes pour ses recherches et d’être en contact avec un vaste cercle d’intellectuels. À la différence des autres inventeurs, Armstrong ne créa jamais de société et fit tout le travail tout seul, secondé par deux assistants seulement. Il loua un laboratoire dans les sous-sols de la Columbia University, se contentant d’un salaire symbolique d’un dollar par an, ses brevets étant heureusement bien plus rentables que ce que l’Université aurait pu lui payer !

Alors qu’il travaillait pour l’Armée pendant la Première Guerre Mondiale, il conçoit le **superhétérodyne**, une technique permettant d’améliorer la réception et la syntonie (ou accord) en même temps. Cette technique est utilisée encore aujourd’hui, pratiquement dans tous les radios. La Westinghouse paya des centaines de milliers de dollars pour les droits du superhétérodyne et Armstrong passa un accord avec la RCA pour un circuit innovant et semblable, le **récepteur super- régénérateur**, qui accrut encore sa renommée.

Il retourna dans sa patrie après la guerre ... pour se retrouver impliqué dans un procès avec **Lee De Forest** (autre pionnier de la radio) à propos de la priorité de l’invention du circuit de rétroaction («feed-back»). Procès qu’il perdit : ce qui lui valut le sobriquet “d’inventeur discrédité”. Il décida alors de démontrer qui il était et réalisa sa plus grande invention : la **modulation de fréquence (FM)**. En **1933** la modulation de fréquence était inventée, elle fonctionnait et Armstrong la présenta à la RCA, société qui avait acquis les droits de la plupart de ses brevets. Après avoir évalué la technique pendant deux ans, les dirigeants de RCA **déclinèrent l’offre**.

Armstrong se tourna alors vers de petites sociétés et conçoit un système complet (émetteur, antenne et récepteurs) : en 1939 un service expérimental de radiodiffusion commence à New York et dans le New England. La qualité musicale est exceptionnelle. La **RCA**, comprenant qu’elle a fait une erreur monumentale d’évaluation, cherche d’abord à faire interdire les fréquences utilisées (prétendant qu’elles devaient servir pour la télévision), puis lui offre une somme d’argent considérable pour l’achat des droits de brevet. Armstrong se délecte alors de la revanche qu’il attendait et décline l’offre mirobolante.

Le début de la Seconde Guerre Mondiale met fin à la querelle et Armstrong permet aux militaires d’utiliser ses brevets sans avoir à payer de royalties pendant toute la durée du conflit. En 1945, la RCA, conjointement avec d’autres sociétés radio, convainc les autorités de déplacer la bande **FM** des **44-50 MHz** utilisés jusqu’ici vers les actuels **88-108 MHz** avec l’arrière pensée de compromettre les émissions FM. Après cette défaite, Armstrong améliore son système et le fait fonctionner à des fréquences plus hautes.

La RCA avait construit des récepteurs FM, pendant les huit années précédentes, sans rien payer et en 1949, alors qu’il ne manque que deux ans pour que le brevet tombe dans le domaine public, Armstrong attaque. Les avocats de la RCA, au moyen de divers échappatoires légaux, font traîner l’affaire : le comble est atteint lorsque la RCA déclare qu’elle a inventé la modulation de fréquence sans aucune aide de la part d’Armstrong ! Après une telle allégation, Armstrong ne voulut plus entendre parler d’un accord extrajudiciaire.

En 1953, lorsque tous les brevets arrivent à terme, que ses fonds propres sont taris et les subventions pour ses recherches supprimées, Armstrong est au bord de la faillite. Sa femme le quitte et il sombre dans la dépression : il se suicide le 31 janvier 1954 en se jetant du 13^e étage de son immeuble new-yorkais. Sa veuve, Marion, relance l’affaire des brevets en justice et réussit à gagner le procès : elle récupère des millions de dollars à la fin des années soixante.

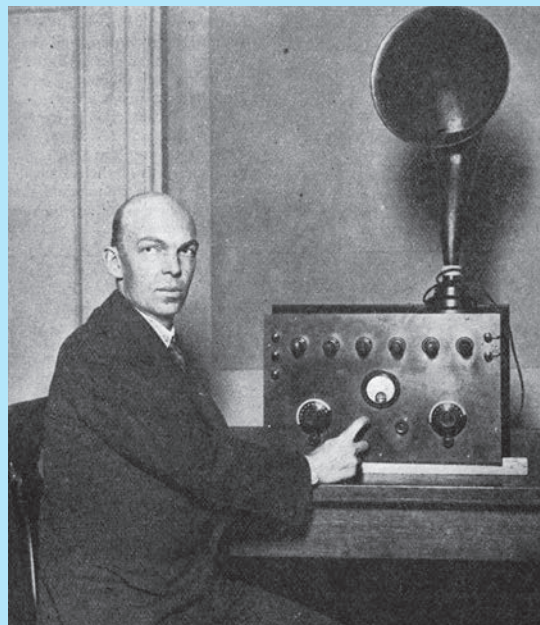


Photo prise sur Internet

de l'ordre de **50 kHz** environ : il module en amplitude l'oscillation produite par l'oscillateur principal.

Le récepteur ne dispose pas d'une véritable antenne réceptrice car, si on applique un fouet au circuit, cela peut le rendre instable et diminuer ainsi l'intérêt d'un tel récepteur. Nous avons préféré l'éliminer, d'autant plus volontiers que les signaux des stations de radiodiffusion FM sont assez forts pour être captés sans antenne.

Le signal radio est surtout capté par les **deux selfs JAF1 et JAF2** et par le reste des liaisons composant le circuit. Le signal est ensuite démodulé et on le retrouve à la **sortie BF** d'où il est envoyé à l'**amplificateur** du **Minilab**. La résistance **R6** de **10 k** et le **condensateur C7** de **10 nF** constituent un **filtre passe-bas**, dont le rôle est d'atténuer toutes les fréquences supérieures qui ne font pas partie du signal audio. Il est important que le «nœud» entre les selfs **JAF1** et **JAF2** et le condensateur **C4**, au moment du montage,

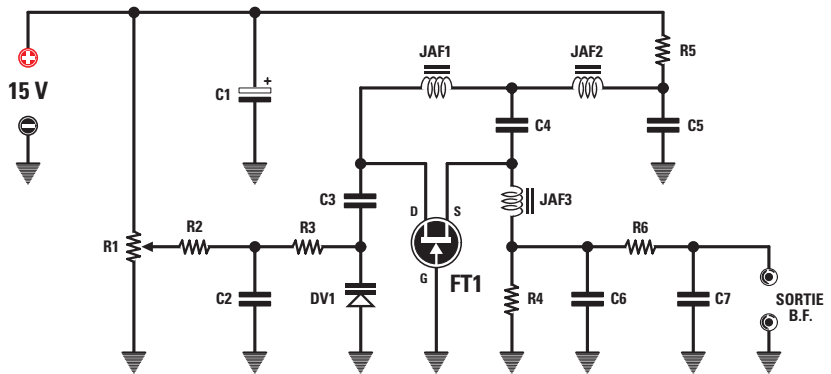


Figure 2 : Schéma électrique de la radio FM EN3013.

Liste des composants EN 3013

R1 10 k trimmer
R2 10 k
R3 100 k
R4 voir texte
R5 1 k
R6 10 k
C1 100 µF électrolytique
C2 1 nF céramique

C3 15 pF céramique
C4 15 pF céramique
C5 1 nF céramique
C6 4,7 nF céramique
C7 10 nF céramique
JAF1 .. self 0,1 µH
JAF2 .. self 0,1 µH
JAF3 .. self 15 µH
DV1 ... diode varicap BB329
FT1 ... FET J310

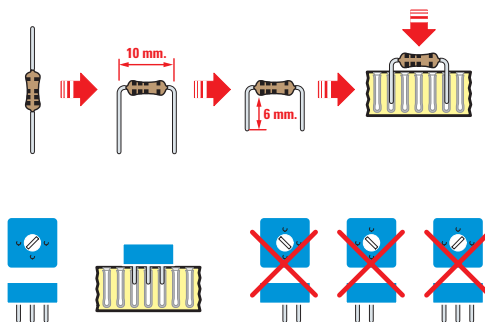
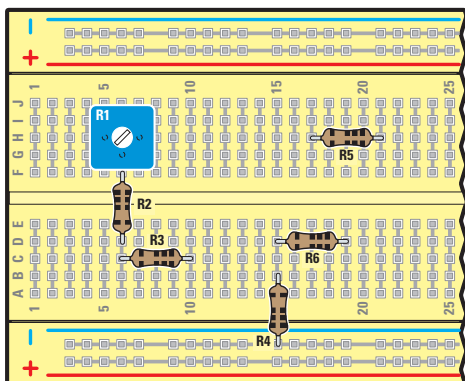
Les montages du Minilab

Récepteur FM à super-réaction

Même si ce récepteur est composé de peu de composants (voir figure 2), il est important que le montage soit effectué à la lettre comme nous l'indiquons : en effet, même de très petites variantes par rapport au plan donné peuvent empêcher le récepteur de fonctionner.

Le récepteur **EN3013** est composé d'un unique composant actif, le FET **FT1 J310**, de la diode **Varicap DV1** et de quelques autres composants : résistances, condensateurs et selfs. Vous pouvez commencer le montage en insérant tout d'abord toutes les résistances et le trimmer de réglage de la syntonie (ou accord), comme l'indique la figure. Bien sûr les résistances sont à identifier en fonction de leur valeur ohmique et pour cela vous pouvez vous reporter à l'un de nos tableaux de **Code des couleurs des résistances**.

Comme vous pouvez toujours le voir à droite du dessin, les fils des 5 résistances utilisées dans le circuit doivent être repliés puis coupés avant de les insérer dans les contacts de la plaque d'essais.

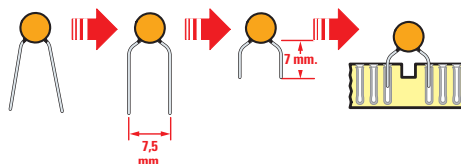
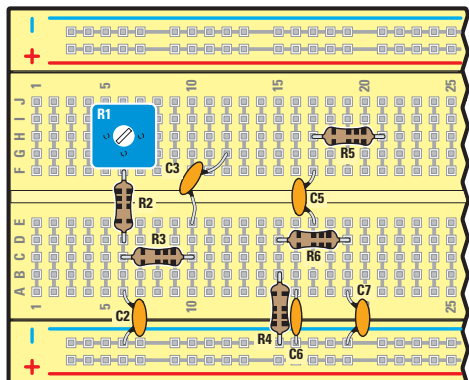


Le trimmer **R1** doit être inséré de telle manière que sa patte centrale soit orientée vers le bas.

soit effectué «en l'air», car nous avons remarqué qu'en enfonceant les fils dans les contacts de la plaque d'essais le récepteur ne fonctionnait pas toujours correctement. Le récepteur a besoin d'une tension d'alimentation continue

et stabilisée de **15 V**, valeur qui correspond à la tension maximale fournie par l'alimentation du **Minilab**. Le bouton servant à régler cette valeur sera donc tourné à fond dans le sens **horaire**. Le courant consommé par le récepteur

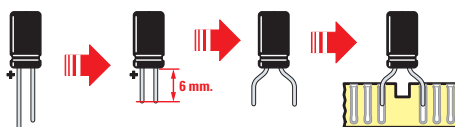
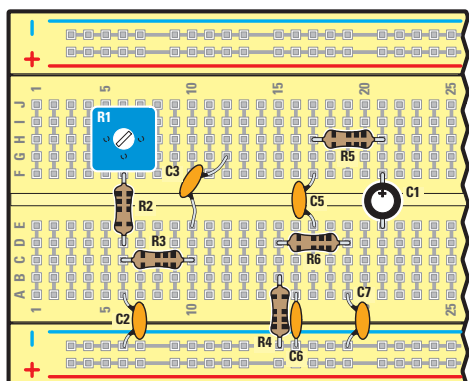
est très faible, quelques **dizaines de mA**. Pour écouter le signal radio il suffira de relier la sortie du récepteur à l'entrée de l'**amplificateur** du **Minilab**, en réglant convenablement le bouton du **Volume**.



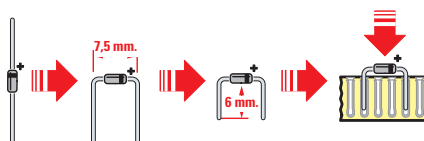
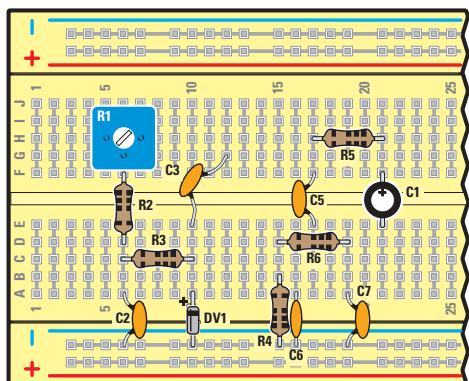
Vous pouvez continuer en insérant tous les condensateurs céramiques à disque dans les positions indiquées par la figure.

Dans ce cas aussi, les fils doivent être coudés et coupés à la bonne longueur. Rappelons que ces composants n'ont pas de polarité et que vous pouvez les insérer sur la plaque d'essais sans avoir à respecter de sens. Pour identifier les valeurs, nous vous indiquons leur marquage en fonction de la capacité :

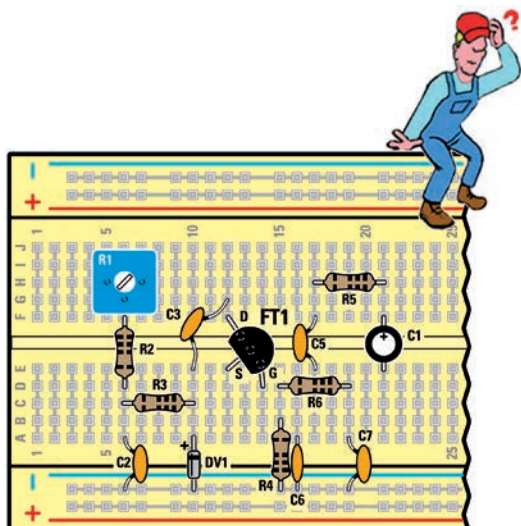
- sur les condensateurs de 1 nF C2 et C5 vous trouverez le nombre 102
- sur le condensateur de 10 nF C7 vous trouverez le nombre 103
- sur le condensateur de 4,7 nF C6 vous trouverez le nombre 472
- sur les condensateurs de 15 pF C3 et C4 vous trouverez le nombre 15



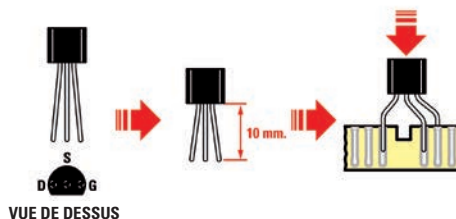
Nous vous recommandons de respecter la polarité de l'unique condensateur électrolytique C1, dont la patte la plus longue, la positive, est à tourner vers le haut comme le montre le dessin.



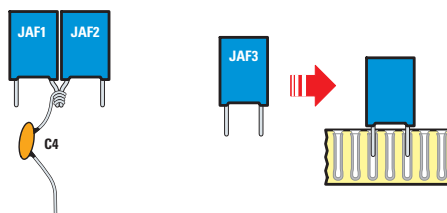
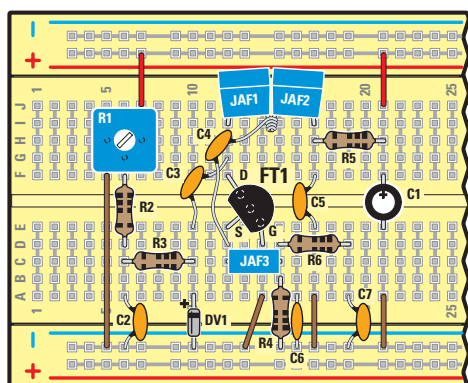
Insérez maintenant la diode **varicap DV1** : sa bague noire indiquant la cathode K est à orienter vers le haut.



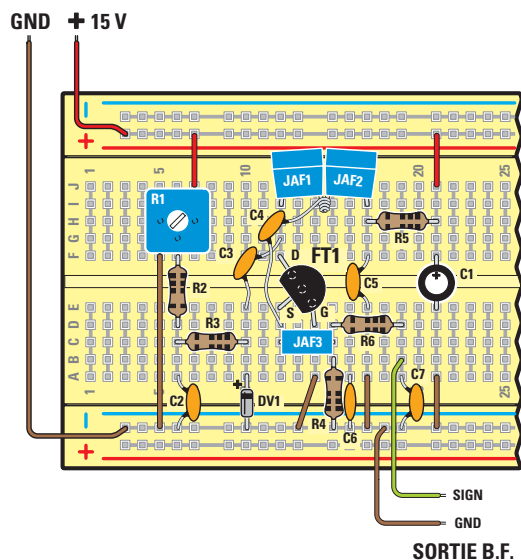
Le FET **FT1** est à insérer en respectant son brochage. Comme vous le voyez à droite sur le dessin, les pattes de ce composant ont déjà la bonne longueur et vous n'avez donc pas à les raccourcir.



Le montage des deux selfs **JAF1** et **JAF2** de **0,1 μ H** reliées au condensateur **C4** est un peu plus délicat parce que, comme le montre la figure, les deux fils de sortie reliés ensemble de ces composants ne sont pas à insérer dans les trous de la plaque d'essais : en effet, la capacité parasite et les longues connexions influent négativement sur le circuit au point d'en empêcher le fonctionnement.

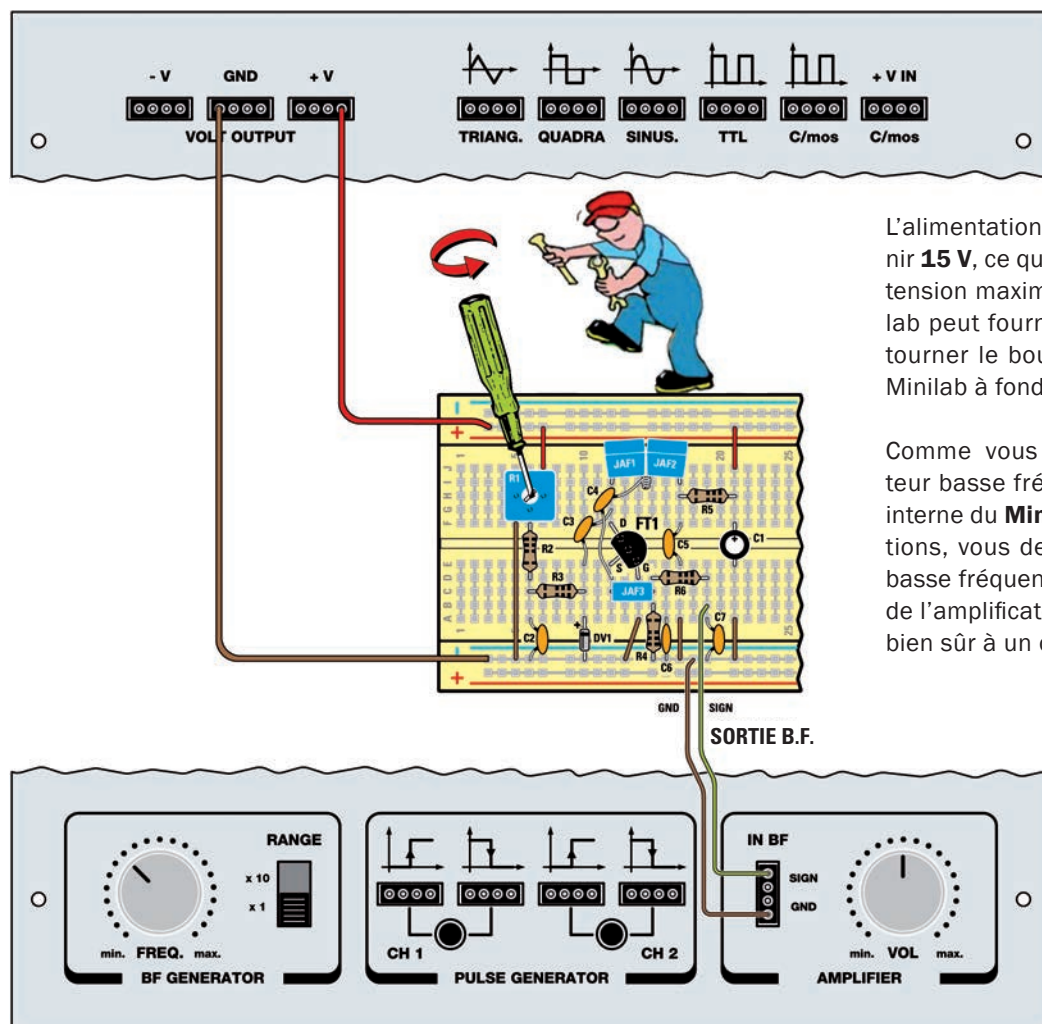


Il faut donc que la liaison entre ces deux selfs et le condensateur **C4** soit réalisée «**en l'air**». Sur ces deux selfs vous trouverez le nombre **0,1** qui indique leur valeur en **μ H**. N'oubliez pas de réaliser tous les «straps» nécessaires pour compléter les liaisons constituant le circuit. La figure montre les points où les réaliser. L'unique recommandation impérative est la nécessité de bien dénuder le fil rigide afin de garantir un bon **contact**.



La figure montre le circuit monté avec les liaisons à l'alimentation et à la sortie basse fréquence. Ces liaisons sont toujours réalisées avec du fil rigide.





L'alimentation doit être réglée pour fournir **15 V**, ce qui correspond d'ailleurs à la tension maximale que le circuit du Minilab peut fournir. Vous n'avez donc qu'à tourner le bouton du potentiomètre du Minilab à fond dans le sens horaire.

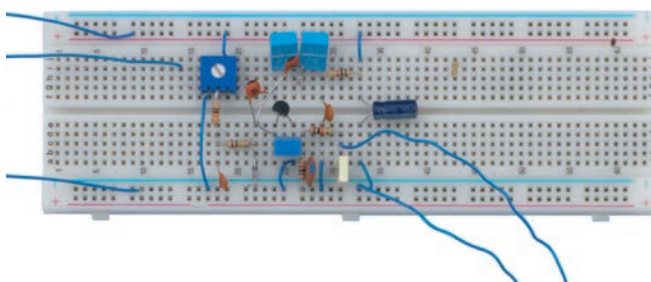
Comme vous allez utiliser l'amplificateur basse fréquence et le haut-parleur interne du **Minilab** pour l'écoute des stations, vous devrez relier la sortie de la basse fréquence du récepteur à l'entrée de l'amplificateur (entrée correspondant bien sûr à un connecteur, voir figure).

Pour réaliser cette opération, prenez garde de ne pas intervenir la masse et le point chaud du signal. Réglez le potentiomètre du volume à environ $\frac{3}{4}$ de la course dans le sens horaire. La résistance **R4** n'a pas une valeur fixe, mais une valeur à trouver expérimentalement entre **1 k - 3,3 k - 6,8 k - 10 k**, de manière à obtenir le meilleur fonctionnement du récepteur. Notre suggestion est de monter tout d'abord une résistance de **6,8 k Ω** .

Vous pouvez allumer le Minilab et, si vous n'avez commis aucune erreur, vous devez entendre un souffle assez fort dans le haut-parleur interne : ce souffle est typique des récepteurs à **super-réaction**. Si cela ne se produit pas, nous vous suggérons de modifier la valeur de la résistance **R4**, en choisissant successivement parmi celles qui restent jusqu'à entendre ce fameux souffle signalant la présence de la **super-réaction**.

En actionnant lentement le trimmer de la syntonie (ou accord) **R1** à l'aide d'une lame de tournevis vous devriez capter une station **FM** et même si l'audio n'est pas de la vraie Hi-Fi, cela suscitera en vous un sentiment de fierté : vous aurez en effet réussi à réaliser un récepteur radio utilisant un nombre véritablement réduit de composants.

Figure 3 : Photo de la plaque d'essais sur laquelle nous avons monté les quelques composants nécessaires pour réaliser le montage du récepteur à superréaction EN3013 que nous vous avons proposé dans cet article consacré au Minilab et à ses applications.



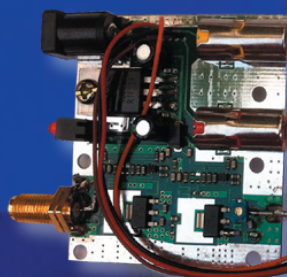
Surveillance à distance son & image

ÉMETTEUR 1,2 & 2,4 GHz 20, 200 ET 1000 MW

Alimentation : 13,6 VDC. 4 fréquences en 2,4 GHz : 2,4 - 2,427 - 2,454 - 2,481 GHz ou 8 fréquences en 1,2 GHz : 1,112 - 1,139 - 1,193 - 1,220 - 1,247 - 1,264 - 1,300 GHz ou 4 fréquences en 1,2 GHz 1 W : 1,120 - 1,150 - 1,180 - 1,255 GHz. Sélection des fréquences : dip-switch. Stéréo : audio 1 et 2 (6,5 et 6,0 MHz). Livré sans alim ni antenne.

TX2-4G	Emetteur 2,4 GHz 4 c monté 20 mW	39,00 €
TX2-4G-2....	Emetteur monté 4 canaux 200 mW	99,00 €
TX1-2G	Emetteur 1,2 GHz 20 mW monté 8 canaux	48,00 €
TX1-2G-2....	Emetteur 1,2 GHz monté 1 W 4 canaux	79,00 €

RÉCEPTEUR 4 CANAUX 1,2 & 2,4 GHz



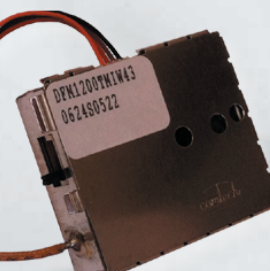
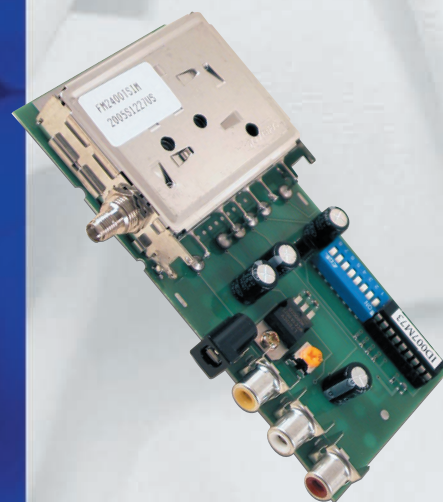
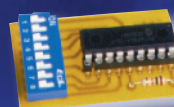
Alimentation : 13,6VDC. 4 fréquences en 2,4 GHz : 2,4 - 2,427 - 2,454 - 2,481 GHz ou 8 fréquences en 1,2 GHz : 1,112 - 1,139 - 1,193 - 1,220 - 1,247 - 1,264 - 1,300 GHz. Sélection des fréquences : dip-switch pour le 1,2 GHz et par poussoir pour les versions 2,4 GHz. Stéréo : audio 1 et 2 (6,5 et 6,0 MHz). Fonction scanner pour la version 1,2 GHz. Livré sans alimentation ni antenne.

RX2-4G.....	Récepteur monté 2,4 GHz 4 canaux.....	39,00 €
RX1-2G.....	Récepteur monté 1,2 GHz 8 canaux.....	48,00 €

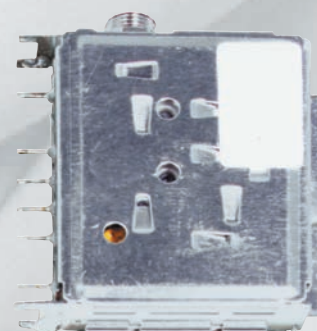
VERSION 256 CANAUX

Extensions pour émetteurs **TX2.4G** / **TX1.2G** et récepteurs **RX2.4G** / **RX1.2G** : permettent d'atteindre **256** canaux. Le pas est de 1 MHz. Sélection des canaux par dip-switch. Fréquences de départ : **2,3** pour les versions **TX2.4G** / **REX2.4G** et **1,2** pour les **TX 1,2G** / **RX 1,2G**. Extension vendue sans émetteur ni récepteur.

TEX1.2.....	Kit extension 1,2 à 1,456 GHz	19,80 €
TEX2.3.....	Kit extension 2,3 à 2,556 GHz	19,80 €
REX1.2.....	Kit extension 1,2 à 1,456 GHz	19,80 €
REX2.3.....	Kit extension 2,3 à 2,556 GHz	19,80 €



MODULES EMETTEUR 2.4GHz



20 MW 27,00 €

200 MW 87,00 €



COMELEC

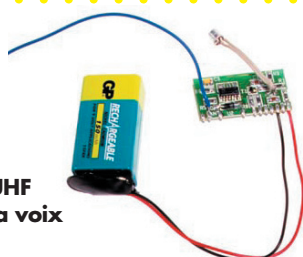
CD 908

13720 BELCODÈNE

Tél. : 04 42 70 63 90

Fax : 04 42 70 63 95

37,00 €



Micro-emetteur UHF
commandé par la voix
Réf : ET317

44,80 €



Emetteur audio stereo multicanal 2,4 GHz
Réf : TX-AUDIO-24

ÉMETTEUR ET RÉCEPTEUR COMPLET & MONTÉE AVEC BOÎTIER

Ce microémetteur, pouvant couvrir un rayon d'environ 300 mètres, sert aux policiers et aux détectives privés pour découvrir les trafiquants de drogue, pour démasquer les receleurs et les usuriers ou coincer des délinquants coupables de délits. Le kit ne peut être utilisé que pour l'usage personnel, car les lois concernant le respect de l'intimité interdisent l'écoute des conversations privées à l'insu et sans le consentement des personnes

EN1507KM 39.50 € TTC
EN1508KM 69 € TTC

ÉMETTEUR/RÉCEPTEUR A/V SANS FIL 5.8GHZ AVEC ÉMETTEUR IR 4 CANAUX

Transmission sans fil de signaux A/V à travers les murs et d'une pièce à l'autre. La fréquence utilisée de 5.8GHz engendre moins d'interférence qu'une fréquence de 2.4GHz. Utilisez n'importe lequel de vos appareils A/V en tant que poste émetteur : Envoyez de la musique de vos appareils audio vers n'importe quel haut-parleur connecté dans une autre pièce. Regardez des films DVD sur votre deuxième télé sans déplacer votre lecteur DVD. Regardez la télévision par câble ou des émissions par satellite sur plusieurs télévisions chez vous. Regardez des images venant de votre ordinateur (ordinateur avec sorties vidéo et audio est requis) sur une télé sans l'entrelacement habituel de câbles. Avec fonction relais IR : possibilité de renvoyer le signal de la télécommande vers l'émetteur via le récepteur, cet appareil permet d'envoyer le signal à l'appareil de votre choix ex. votre lecteur DVD ou CD, etc. Livré avec : 2 x péritel vers RCA A/V, module IR et 2 blocs secteur. Câbles vidéo optionnels : Jack vers RCA : AVB020/2.0, AVB020/5.0

AVMOD19 : 99.00 € TTC

EMETTEUR 4 CANAUX 10 MW À 2,4 GHZ

Emetteur miniature 2,4 GHz 4 canaux (2,413 - 2,432 - 2,451 - 2,470 GHz) sélectionnables par commutateur idéal pour le modélisme ou toutes applications demandant du matériel léger et de petites dimensions. Cet émetteur a été testé en fonctionnement près de trois heures consécutives. Nous vous recommandons de bien suivre les consignes de raccordement. Cet émetteur est livré avec son antenne.

Puissance de sortie HF : 10 mW.

Impédance de sortie HF : 50 Ω. Entrée Vidéo : 75 Ω

Rapport signal/bruit : 45 dB

Entrée audio : Capsule microphonique

Alimentation : 12 Vcc

Consommation : 140 mA

Dimensions : 40 x 30 x 7,5 mm.

Poids : 17 g.

ER170 : 49.00 € TTC

51,80 €



Emetteur audio digital 2.4 Ghz avec antenne
Réf : TX-AUDIO-24/AE

Réf : RX98 35,10 €



Réf : TX98 37,80 €



Emetteur UHF
Transmetteur UHF

**RETROUVEZ
LES CARACTÉRISTIQUES
TECHNIQUES DES KITS
SUR NOTRE SITE :
WWW..COMELEC.FR**

Une barre lumineuse à LED pour téléviseur

Pour optimiser la luminosité, les nouveaux téléviseurs LCD ont des écrans rétro-éclairés par des LED lesquelles, sur les modèles les plus sophistiqués, en plus d'être RGB (rouge, vert et bleu), augmentent et diminuent leur luminosité en fonction des scènes reçues et visualisées par le téléviseur.



Que cela nous plaise ou pas, la télévision envahit désormais chaque moment de notre vie. Si d'un côté elle est une source d'information et un outil de culture utile, de mise à jour et de distraction, de l'autre elle peut traiter de problèmes sociaux et éveiller notre intérêt à propos de la santé (écologie, médecines naturelles, etc.).

Sans aller jusqu'au fond de la discussion pour savoir si la TV fait du mal ou pas – en particulier aux enfants (ce n'est certainement pas à nous de restaurer la télévision dans son rôle) – avec le montage que nous décrivons dans ces pages nous allons vous suggérer de construire un dispositif ayant pour but d'**améliorer le visionnage** des spectacles

télévisuels en réduisant les perturbations occasionnées aux yeux à cause d'un éclairage impropre.

Le système d'éclairage devrait satisfaire les différentes exigences en assurant une lumière directe et intense quand il s'agit de vaquer à ses occupations sans risque et un faible éclairage indirect quand on a besoin d'atténuer les contrastes et d'avoir une atmosphère plus relaxante.

Nul besoin de citer des études médicales ou scientifiques, parce que nous savons tous par expérience directe que regarder la télévision ou l'écran de l'ordinateur dans une pièce complètement dans l'**obscurité**, où la seule source

de lumière est constituée par l'écran allumé ou, pire, lorsque des lumières directes trop **intenses** causent des réflexions et des ombres gênantes, à la longue cela nous irrite...et pas uniquement les yeux !

Il est en effet bien connu que les différences de luminosité trop marquées entre des aires obscures et claires occasionnent de la fatigue et des perturbations oculaires. Pour les éviter, on peut mettre à côté de l'écran une lampe de table orientable et installer une source lumineuse derrière le téléviseur.

Nos grands-mères le savaient bien, lorsqu'elles posaient sur le téléviseur – pas seulement par habitude ou pour «faire joli» – une lampe avec un abat-jour fait au crochet, le pied reposant sur un napperon de dentelle. La lampe rayonnait une lumière uniforme et peu intense, juste assez pour entrevoir la pièce (pour pouvoir la traverser sans trop se cogner aux meubles). Cette lampe avec abat-jour pouvait céder la place à la gondole de Venise ou à la Tour Eiffel (les deux, rétro-éclairées, restituant une lumière diffuse et relaxante). Et toujours le napperon en dentelle dessous...

Ces solutions ne sont plus de mise pour les nouvelles générations, non seulement parce que nous disposons de nombreux types de sources de lumière et de différents modèles de luminaires de toutes tailles et couleurs (ampoules à incandescence, fluorescentes, à LED, halogènes), mais aussi parce que les goûts ont changé et parce que même l'œil a désormais de nouvelles exigences.

L'éclairage, en plus de la satisfaction des demandes fonctionnelles, doit prendre aussi en considération les nouveaux goûts esthétiques.

Enfin, éclairer seulement là où on en a besoin permet de réduire les problèmes visuels tout en nous faisant **économiser l'énergie et éviter les gaspillages**.

Pour notre montage, nous avons donc imaginé un éclairage diffus qui, sans créer de zone d'ombre ni des contrastes, produit une atmosphère relaxante et confortable.

Vous pourrez ainsi regarder la télévision avec tout le confort possible et sans fatiguer vos yeux tout en réduisant les atteintes à la fonction visuelle.

Si le circuit répond d'un côté à la nécessité de créer un environnement de détente et de repos, de l'autre il permet d'économiser l'énergie parce qu'il utilise des LED. Ces LED sont très lumineuses et elles ont une durée de vie très longue.

De plus, la luminosité de ces LED est synchronisée avec celle que rayonne l'écran du téléviseur.

Note : pour une comparaison entre les avantages offerts par les LED et ceux des autres sources de lumière, lisez ou relisez l'encadré sur les LED publié dans le numéro **99 d'ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** page 8.

Le signal vidéo

Avant d'entrer profondément dans le fonctionnement du circuit, dont le schéma électrique est proposé à la figure 3, il nous semble opportun de dire deux mots sur le signal vidéo en couleurs analogiques. Le signal vidéo-composite résulte de la combinaison du synchronisme de ligne, du synchronisme de cadre et du signal vidéo proprement dit, l'image, composé de la Luminance (Y) et de la Chrominance (C).

À l'exclusion (importante tout de même) de la France, qui a adopté comme système TV analogique le SECAM, en

Europe on utilise pour le signal vidéo analogique le standard CCIR (PAL pour la couleur), où chaque image est formée de 625 lignes, 50 demi-cadres («Fields»), entrelacement 2:1, formant ainsi 25 images par seconde (dites «Frames»). Le signal vidéo prend des valeurs allant de **10%**, pour le **blanc**, à **75 %**, pour le **noir**, de la valeur du signal composite total, déterminant ainsi, point par point le long de chaque ligne, l'intensité du blanc ou du noir qui définissent la forme de l'image sur l'écran.

Le signal vidéocomposite fournit l'indication de luminosité de chaque point de l'image comprise entre 0 et 1 V, selon que le point de l'image représente une surface noire ou blanche, avec tous les signaux de synchronisme (0,3 V). Un bon signal vidéo utilise tout le champ des tensions entre 0,3 et 1 V sans avoir de zones saturées ou trop contrastées (voir figure 1).

Le schéma électrique

Le signal vidéocomposite prélevé par la prise péritel du téléviseur et envoyé à notre circuit, est normalisé à l'impédance nominale standard par la résistance **R1** de **75 Ω**, puis, à travers le condensateur **C1**, dont le rôle est d'éliminer l'éventuelle composante continue superposée au signal vidéo, il est envoyé intégralement au commutateur électronique **IC2/B**.

Le signal vidéo passe à travers le **filtre passe-bas** formé de **R2-C2** pour être envoyé au commutateur électronique

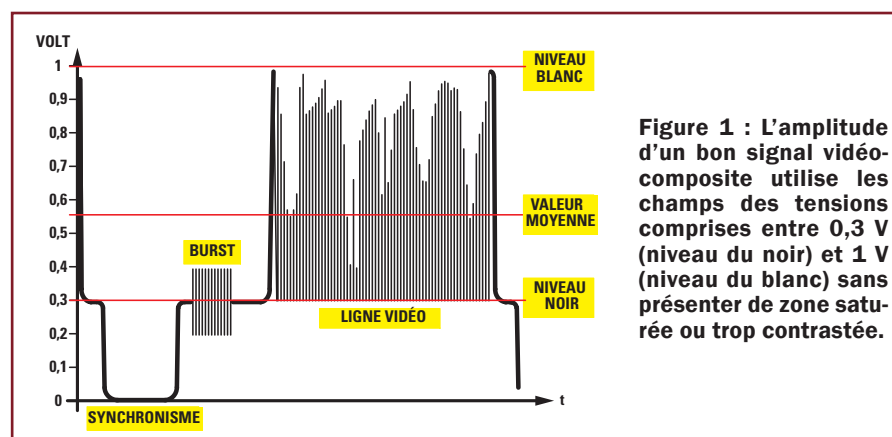
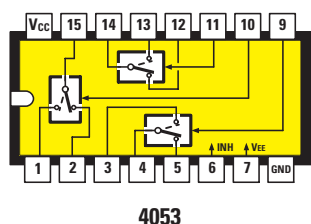
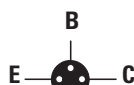


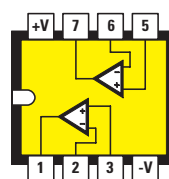
Figure 1 : L'amplitude d'un bon signal vidéo-composite utilise les champs des tensions comprises entre 0,3 V (niveau du noir) et 1 V (niveau du blanc) sans présenter de zone saturée ou trop contrastée.



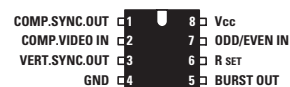
4053



BC 547



LM 358



LM 1881

Figure 2 : Brochage des circuits intégrés 4053, LM358 et LM1881 vus de dessus. Le brochage du régulateur L7812 est vu de face, tout comme celui du MOSFET IRFZ44. Seul le brochage du transistor NPN BC547 est vu de dessous. Avant de monter les LED, contrôlez que vous avez bien inséré la patte la plus longue (l'anode A) dans le trou du circuit imprimé marqué A.



L 7812



LED



IRFZ 44

IC2/A et en même temps à la broche d'entrée **2** du circuit intégré **IC1**, un **LM1881**. Le filtre passe-bas a pour rôle d'atténuer les signaux de fréquence **supérieure** à **700 kHz** qui pourraient empêcher un fonctionnement correct du séparateur de synchronisme **IC1**. Au contraire, les signaux de synchronisme ne sont pas atténués car ils sont de fréquence inférieure.

Le signal vidéo qui entre dans le circuit intégré **IC1** est utilisé pour recevoir les signaux de synchronisme vidéo et plus précisément : les signaux de **synchronisme horizontal** et **vertical** sont disponibles sur la broche 1 et les signaux de **synchronisme** du **niveau du noir** du signal vidéo appliqué en entrée sur la broche 5.

Le signal correspondant au niveau du noir, qui sort de la broche **5** de **IC1**, a pour tâche de faire commuter **IC2/B** seulement pendant les instants du niveau du noir et de les « mémoriser » sous forme de tension continue aux extrémités du condensateur électrolytique **C7**. Cette tension est appliquée à l'entrée inverseuse **2** de l'amplificateur différentiel **IC3/A**.

En combinant les deux signaux de synchronisme à travers les diodes **DS1-DS2** (fonction **AND**) nous obtenons le signal de commande pour le commutateur électronique **IC2/A** lequel,

en se fermant seulement pendant les instants de signal vidéo utile (ce que nous voyons sur l'écran du téléviseur), charge le condensateur électrolytique **C8** avec la valeur moyenne de tension correspondant à la luminosité moyenne de la ligne vidéo.

Cette tension est appliquée à l'entrée non inverseuse 3 de l'amplificateur différentiel **IC3/A**, qui fournit ainsi à la sortie une tension proportionnelle à la luminosité de l'image visualisée grâce à l'amplification de la seule différence des tensions d'entrée.

L'étage suivant **convertit** cette **variation** de **tension** en variation de **courant** de manière à modifier la luminosité des LED. Le MOSFET **MFT1** module sa conduction en fonction de la tension appliquée à l'entrée non inverseuse **5** du **IC3/B** de telle manière que le courant circulant dans le drain soit égal à **Vin+/R14** (en fait **+/-0,1 A**). Bien sûr ce courant est divisé en 6 parties, car il y a 6 barres de 4 LED reliées en série.

Sur cet étage on a inséré un **limiteur** de **courant** composé du transistor NPN **TR1** et des résistances **R12-R13** de manière à protéger les LED des courants excessifs. Cette protection intervient pour des courants supérieurs à **0,28-0,30 A**. Le nombre **maximum** de **LED** que l'on peut relier au circuit est de **24**, divisé en **6** barres de **4** LED chacune (4 x 6).

Ici nous vous proposons deux tubes cylindriques en plexiglas : chacun des deux tubes transparents contient 12 LED montées sur 3 petites platines de 4 (4 x 3).

La réalisation pratique du circuit de base

Dans le matériel disponible **EN1689** (il faudra une seule platine) vous trouvez tous les composants électroniques nécessaires à la réalisation de cet éclairage pour téléviseur à 24 LED montées sur 6 petites platines **EN1689B** de 4 LED chacune. Ces 24 LED soit 6 petites platines de 4 LED chacune se montent dans deux tubes transparents en plexiglas.

Les circuits imprimés sont disponibles mais, si vous voulez les graver vous-même, vous utiliserez les figures **5b-1** et **2** (pour la platine de base) et **5c** (pour les six platines à LED).

Il vous faut 1 circuit imprimé double face à trous métallisés EN1689 (platine de base) et 6 circuits imprimés pour les LED EN1689B. Ces petites platines à LED sont montées en série à l'aide de straps. Rappelons encore une fois que 24 LED est le maximum pilotable par la platine de base.

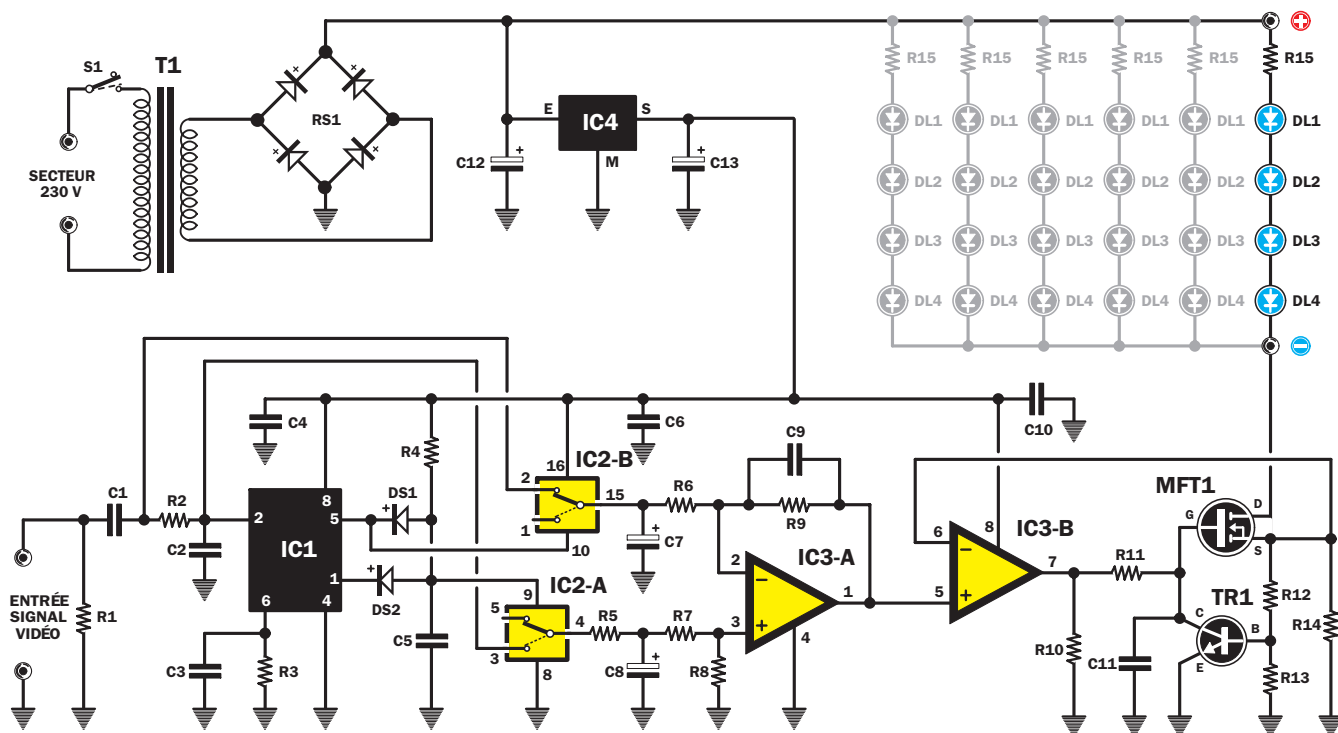


Figure 3 : Schéma électrique du circuit EN1689 capable d'alimenter jusqu'à 24 LED bleues à haute luminosité réparties en 6 blocs de 4 LED chacune. Pendant le fonctionnement, la luminosité des LED varie en fonction de la luminosité de l'image visualisée à l'écran.

Liste des composants EN1689 - EN1689B

R1..... 75
R2..... 470
R3..... 680 k
R4..... 10 k
R5..... 4,7 k
R6..... 100 k
R7..... 100 k
R8..... 560 k
R9..... 560 k
R10.... 10 k
R11.... 1 k
R12.... 1 k
R13.... 330
R14.... 10 1 W

R15.... 4,7 Ω
[il en faut 3 par tube de plexiglas pour piloter les 3 barres de 4 LED et donc il faut six R15 pour les deux tubes]*
C1..... 100 nF polyester
C2..... 470 pF céramique
C3..... 100 nF polyester
C4..... 100 nF polyester
C5..... 100 pF céramique
C6..... 100 nF polyester
C7..... 10 μ F électrolytique
C8..... 10 μ F électrolytique
C9..... 100 nF polyester
C10.... 100 nF polyester
C11.... 1 nF polyester
C12.... 1 000 μ F électrolytique/25V

C13.... 100 μ F électrolytique
DS1 ... 1N4150
DS2 ... 1N4150
DL1-4*barrette 4 LED bleues
[il en faut entre 3 par tube de plexiglas et donc pour deux tubes il en faut 6 exemplaires]*
TR1.... NPN BC547
MFT1 . MOSFET N IRFZ44
IC1..... LM1881
IC2..... C/MOS 4053
IC3..... LM358
IC4..... régulateur L7812
T1 transfo. 6 VA sec. 15 V 0,4 A mod. T006.06
S1..... interrupteur

Note : à part R14 qui a une puissance dissipée de 1 W, toutes les résistances sont des quarts de W. R15 (4,7 Ω) sert à piloter les 4 LED de chaque petite platine et DL1-4 est une barre de 4 LED bleues (prenez-en 3 par tube de plexiglas, ce qui fait 6 pour les deux tubes) : tous ces composants, assortis dans la liste d'un astérisque*, sont montés sur le circuit imprimé EN1689B. Rappelons que la platine de base peut alimenter au maximum 24 LED, soit 6 circuits imprimés de 4 LED : 3 par tube de plexiglas. Et, rappelons-le, UNE R15 par platine de 4 LED, donc 6 pour les six petites platines à LED nécessaires pour garnir les deux tubes de plexiglas.

Pour la revue, nous photographions les prototypes utilisés pour les essais et, comme ce sont des échantillons d'essais, ils ne sont pas sérigraphiés ni revêtus de vernis-épargne.

Note : la fonction primaire de ce vernis isolant et **résistant au tinol** est de protéger le circuit de l'oxydation et les conducteurs des éventuels courts-circuits pendant la soudure.

Pour la réalisation de la platine de base, commencez par insérer les **3 supports** des circuits intégrés, en dirigeant leurs repère-détrompeurs en U comme l'indique le schéma d'implantation des composants de la figure 5a (ainsi vous ne vous tromperez pas quand vous enfoncez le circuit intégré). Soudez toutes les broches sans faire de court-circuit.

Continuez en vérifiant la valeur des **résistances** avant de les souder à leur place. Si vous repliez les pattes de telle manière que l'enrobage soit centré entre les trous, vous obtiendrez un montage à l'aspect professionnel.

Cet enrobage des résistances doit en outre s'appuyer à la surface du circuit imprimé et, une fois les pattes enfilées, écarter-les afin d'éviter que, lorsque vous retournerez le circuit imprimé pour faire les soudures, les résistances ne sortent de leurs emplacement et ne tombent sur le plan de travail.

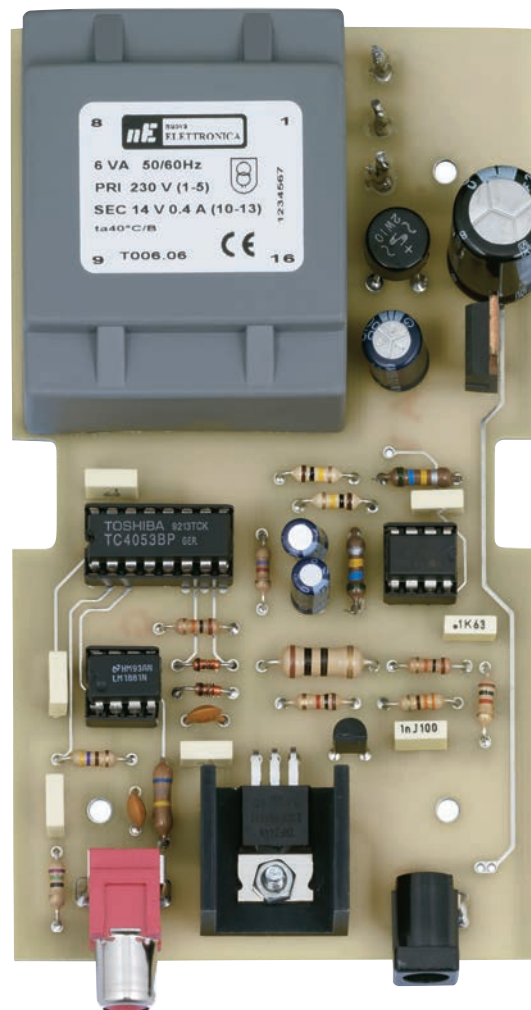
Vous pouvez maintenant vous consacrer au montage des **condensateurs** au **polyester** et des **céramiques** : n'étant pas polarisés, ils peuvent être insérés sans attention particulière en dehors du respect de leur capacité.

Au contraire, pour le montage des **condensateurs électrolytiques**, il est nécessaire de respecter une polarité précise, sinon au moment d'appliquer la tension, le composant serait détruit.

Pour distinguer la patte positive de la négative, leur boîtier cylindrique est frappé du signe - au niveau de la patte **négative**.

Les diodes au silicium aussi sont polarisées et pour cette application vous devez les insérer en dirigeant les

Figure 4 : Photo d'un des prototypes de la platine de base EN1689. Pour une bonne dissipation de la chaleur produite durant le fonctionnement, enflez entre le semelle du MOSFET et le circuit imprimé un petit dissipateur à profil en U.



bandes **noires** repère-détrompeurs vers la **gauche**.

Insérez le **transistor** NPN en dirigeant son **méplat** repère-détrompeur vers le **bas**. Ce composant est à souder de manière à ce que son boîtier soit bien droit et distant d'environ 5 mm de la surface du circuit imprimé.

Même chose (5 mm environ par rapport à la surface) pour le **pont redresseur** et, avant de souder toutes ses pattes, contrôlez que la patte marquée du signe + va bien dans le trou correspondant à la piste du condensateur **C12**.

Le régulateur **IC4 L7812**, qui a pour rôle de stabiliser la tension d'alimentation à 12 V, est à insérer et souder en dirigeant sa semelle métallique vers la droite.

Le **MOSFET** doit être monté sur la platine en position horizontale et en interposant

entre la semelle métallique et le circuit imprimé un petit dissipateur en U, indispensable pour dissiper la chaleur produite durant son fonctionnement. Repliez ses pattes en L et insérez-les dans les trous métallisés comme le montre la figure 5a, en séparant sa semelle du circuit avec le dissipateur.

Fixez ensuite le tout avec un petit boulon puis soudez enfin ses pattes.

Avant de monter le **transformateur**, lequel ayant des broches asymétriques ne vous causera aucun souci de mise en place, soudez en bas à **gauche** du circuit imprimé la **prise** femelle pour l'entrée du signal vidéo et à **droite** la **prise** à laquelle vous relierez la platine des LED **EN1689B**.

En haut, soudez les picots auxquels vous relierez le cordon secteur 230 V en série avec l'interrupteur d'allumage **S1**.

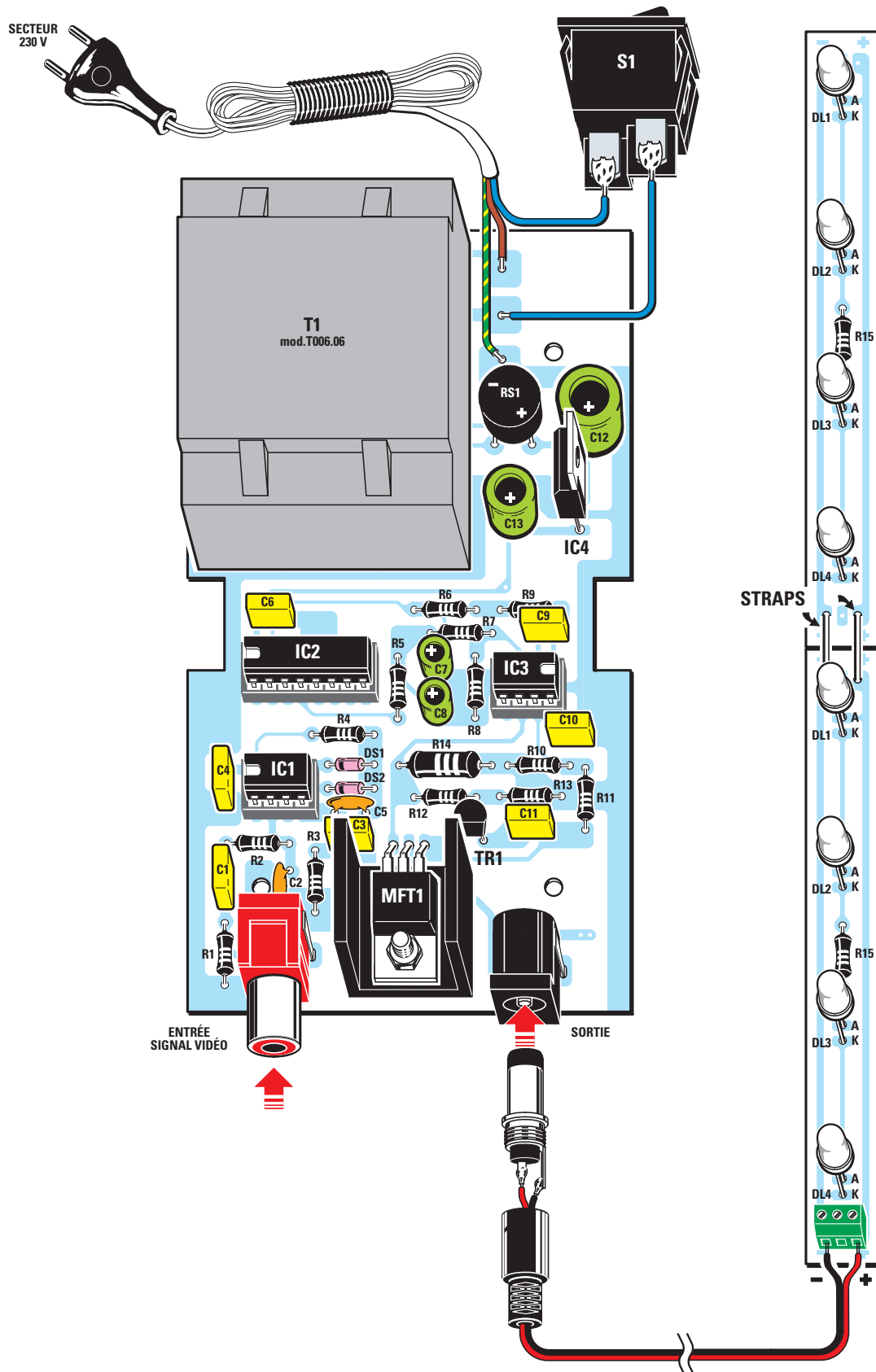


Figure 5a : Schéma d'implantation des composants des deux platines. La platine de base EN1689 (à gauche) et la platine des LED EN1689B (à droite). Ce dessin, pour des motifs d'espace, ne comporte que deux barres de LED sur les trois à monter en série dans chaque tube de plexiglas : ces barres sont reliées entre elles par des straps.

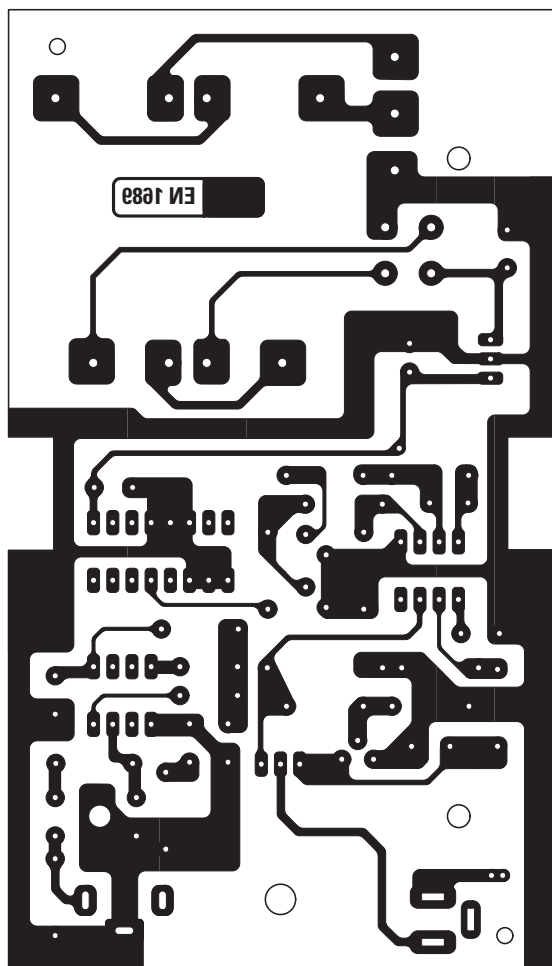


Figure 5b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés EN1689, côté soudures.

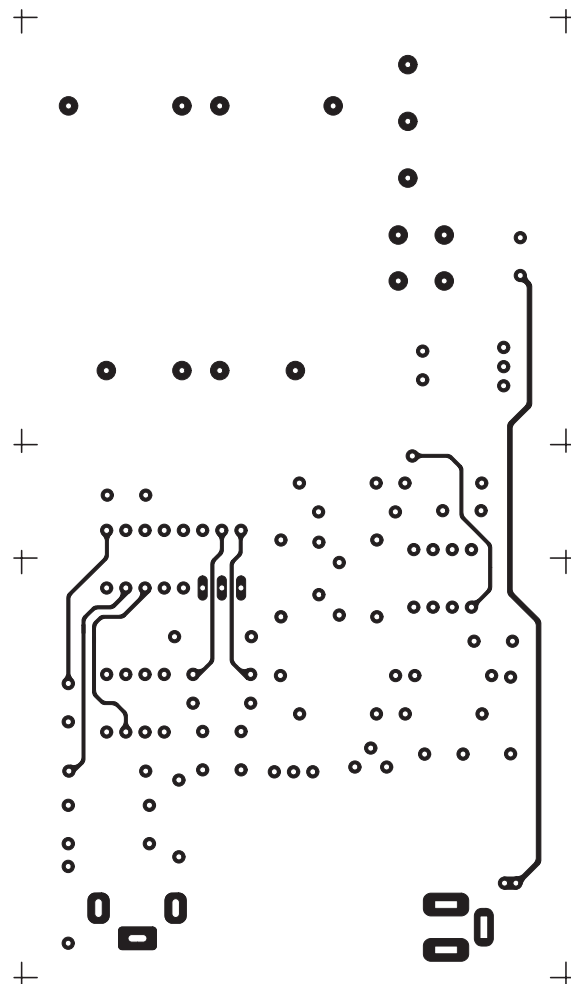


Figure 5b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés EN1689, côté composants.



Figure 5c : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé EN1689B recevant 4 LED (un seul est représenté, il en faut 3 exemplaires par tube de plexiglas et donc 6 pour les deux tubes de plexiglas).

Pour finir, insérez les circuits intégrés dans les supports en respectant bien, comme le montre la figure 5a, le sens du repère-détrompeur en U gravé dans le boîtier.

À ce propos, faites attention de ne pas intervertir le circuit intégré IC1 **LM1881** avec le circuit intégré IC3 **LM358**, les deux ont 8 broches.

Le montage dans le boîtier

Pour abriter la platine de base nous avons prévu un boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé comme le montre la figure 6. Avant de fixer la platine dans ce boîtier, montez sur le panneau

arrière l'interrupteur d'allumage et enfoncez dans le trou déjà fait le passe-câble en caoutchouc pour le cordon secteur. Effectuez ensuite, sans faire d'erreur, les liaisons en vous aidant, si nécessaire, du schéma d'implantation des composants de la figure 5a. Vous pouvez maintenant fixer la platine de base au fond horizontal du boîtier à l'aide de trois vis autotaraudeuses.



Figure 6 : Fixez la platine de base au fond du boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé au moyen de vis autotaraudeuses. Mais auparavant, effectuez les liaisons avec l'interrupteur et le cordon secteur (voir figure 5a).



Figure 7 : Insérez dans la prise RCA le câble d'entrée du signal vidéo provenant de la prise péritel du téléviseur. À partir de la prise d'alimentation, située à droite, prélevez la tension nécessaire pour alimenter les barres de LED.

Pour fermer le boîtier, coupez à la pince coupante les deux points de fixation pour circuits imprimés qui se trouvent sur le couvercle en face du transformateur d'alimentation, sans cela vous ne pourrez pas visser le couvercle sur sa base.

La réalisation pratique du circuit de LED

Come nous l'avons déjà expliqué dans la description du schéma électrique, le circuit peut alimenter jusqu'à un maximum de **24 LED** divisées en **6 barres** de **4 LED** chacune (3 barres de 4 LED sont montées en série dans chacun des deux tubes de plexiglas).

Chaque lot de matériel disponible auprès de nos annonceurs **EN1689B** contient les composants nécessaires pour réaliser **trois barres** (soit de quoi garnir 1 tube de plexiglas) pour un total de **12 LED**. Procurez-vous donc **deux lots** de matériel (pour avoir **2 tubes de plexiglas** garnis) et commencez le montage : comme vous pouvez le voir figure 5a, il est extrêmement facile à réaliser.

Après avoir inséré la résistance **R15** et le petit **bornier à trois pôles**, dont vous n'utiliserez que deux dérivations, il ne vous reste qu'à insérer et souder sur chaque platine **4 LED bleues** à haute luminosité.

Une seule règle est à respecter absolument : les LED étant des composants polarisés, vous devez insérer leur **patte la plus longue**, l'anode **A** (voir le brochage figure 2), dans le trou du circuit imprimé marqué **A**.

Étant donné que ce circuit sera bien visible près de votre téléviseur, il est important d'effectuer un montage esthétiquement présentable.

N'oublions tout de même pas le montage des LED lesquelles, avant d'être définitivement soudées, doivent autant que possible être alignées.

Plus votre travail sera précis et plus beau sera le montage.



Figure 8 : Photo d'un des prototypes de la platine EN1689B (les LED ont été montées). Soudez les LED à 5 mm du circuit imprimé afin qu'elles puissent entrer dans le tube de plexiglas. Ce tube, très léger et incassable, est fourni avec ses deux bouchons d'extrémités déjà percés pour le passage des fils d'alimentation. Il comporte un dispositif de blocage des platines.



Figure 9 : Photo du tube de plexiglas transparent à l'intérieur duquel on a inséré les 3 platines des LED EN1689B. Pour alimenter les LED on se sert d'une nappe bifilaire à connecter à la prise d'alimentation du boîtier abritant la platine de base (voir figure 5a).



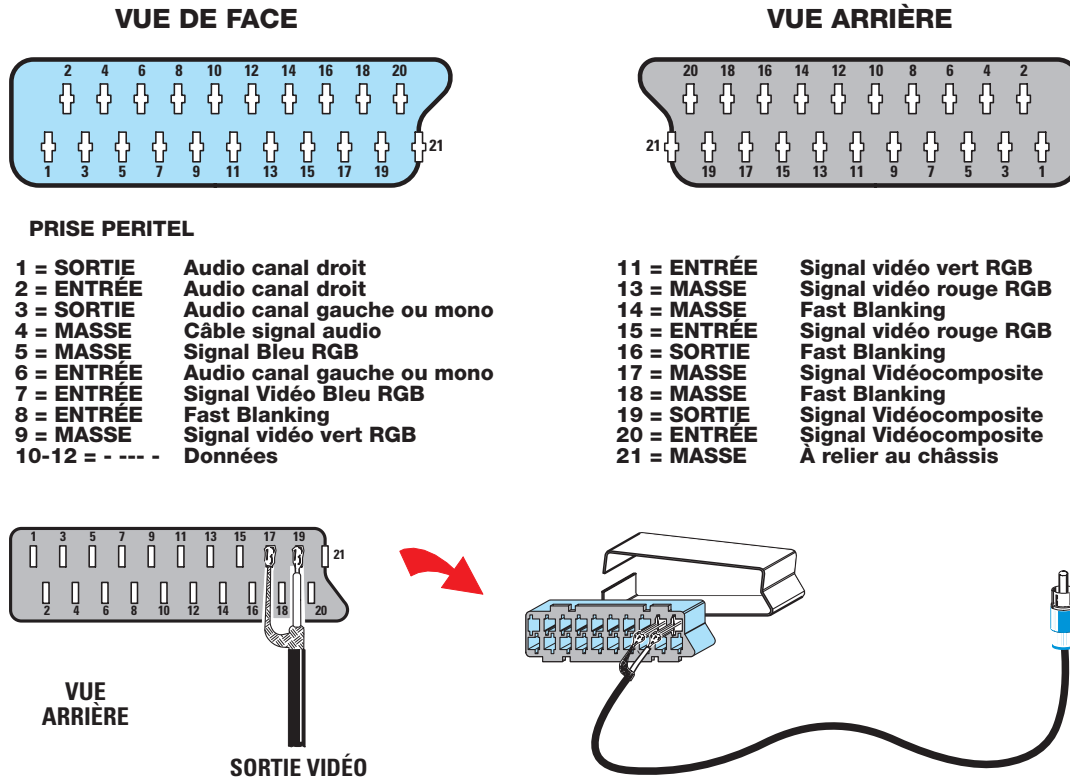


Figure 10 : Si vous n'avez pas ou si vous ne voulez pas acheter l'un des nombreux câbles standards que l'on trouve dans le commerce pour connecter notre circuit à la prise péritel du téléviseur, vous pouvez le réaliser. Il vous faut pour cela une prise péritel, du câble blindé et une prise RCA. Pour cette application, reliez sur la broche 17 de la péritel la tresse du câble blindé et sur la broche 19 le fil du signal. En haut vous trouverez le brochage de la péritel.

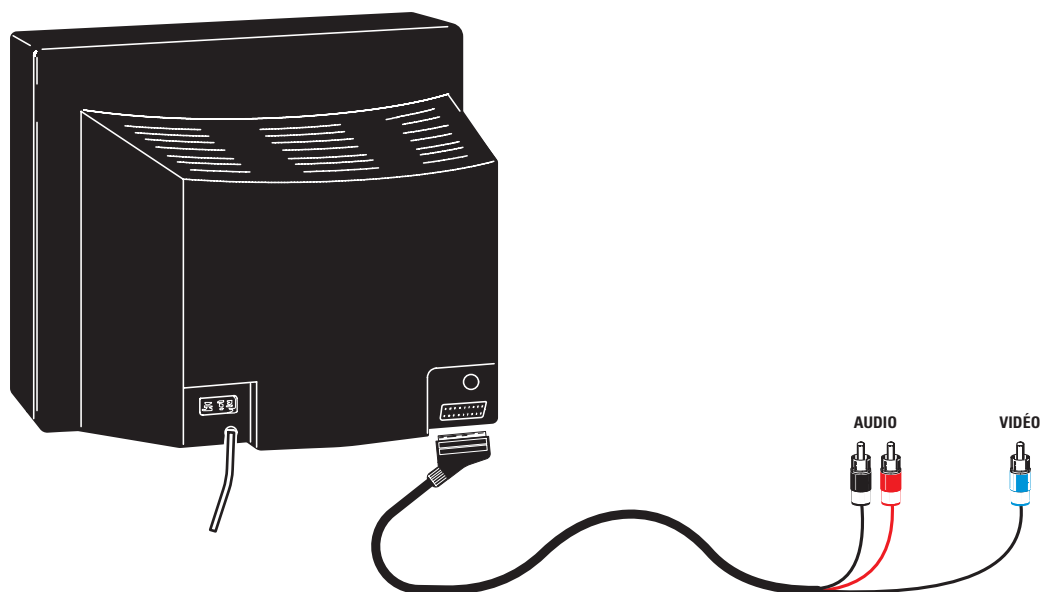
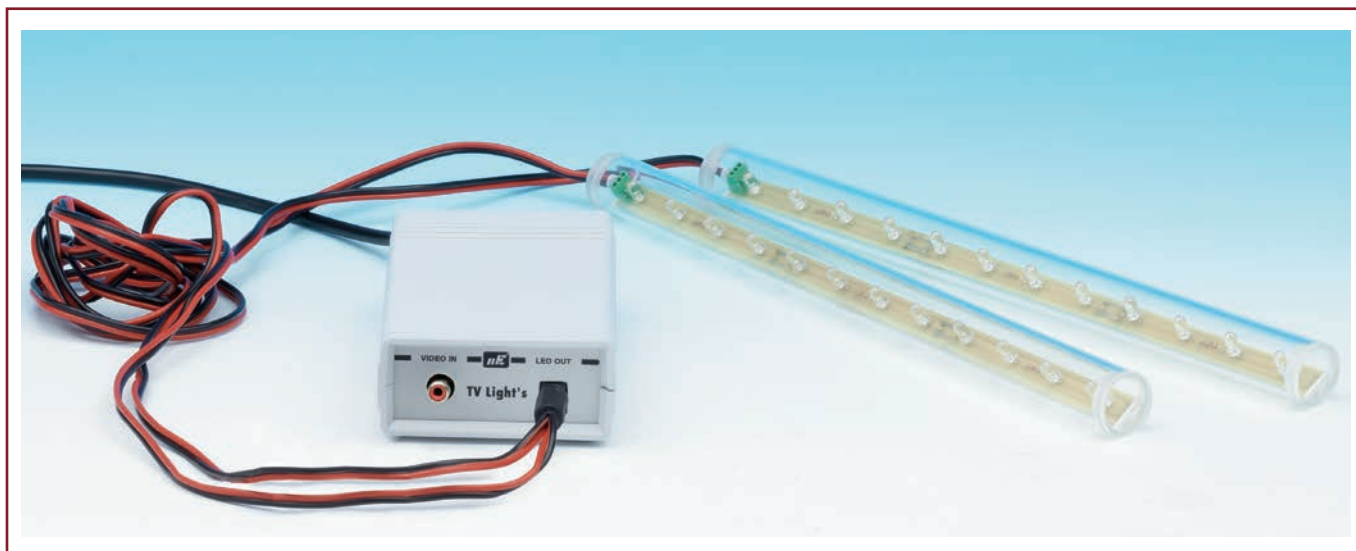


Figure 11 : Habituellement les câbles du commerce ont une péritel à une extrémité et trois RCA à l'autre : deux pour l'audio et une pour la vidéo. Dans la RCA de notre circuit vous devez insérer seulement la RCA vidéo.



Une fois le montage terminé, les petites platines **EN1689B** seront insérées trois par trois dans les 2 tubes de plexiglas transparent, contrairement à l'habitude vous devrez les souder assez basses sur la platine, mais toujours en maintenant les têtes à distance de la surface.

La **hauteur** maximale entre les LED et le circuit imprimé ne doit pas être supérieure à **cinq millimètres**. Une fois les petites platines montées, vous devez les relier en série, comme le suggère le dessin de la figure 5a.

Le montage des circuits sous plexiglas

Comme nous avons déjà eu l'occasion de le dire, les 6 petites platines sont à insérer ensuite dans les 2 tubes de plexiglas transparent afin de les protéger de la poussière. Nous avons choisi le plexiglas parce que c'est un matériau léger et incassable.

Chaque tube est dimensionné pour contenir **trois** petites platines **EN1689B** en série et il est fourni avec ses bouchons de fermeture à pression.

Ces bouchons sont percés de manière à laisser entrer les fils de l'alimentation. À l'intérieur on a un creux de la même dimension que la petite platine **EN1689B**. Vous pourrez ainsi facilement encastrer les platines et avoir la

certitude qu'une fois logées dans les tubes elles ne bougeront plus.

La préparation des câbles

Pour relier les petites platines **EN1689B** à la platine de base au moyen de la prise de sortie, vous devez préparer un petit câble avec un jack d'alimentation présent dans le matériel disponible pour réaliser la platine de base **EN1689**. Sur ce jack vous pouvez relier les deux nappes provenant des petites platines insérées dans les deux tubes de plexiglas.

La seule précaution que vous avez à prendre, consiste à relier les fils de couleur **rouge** des deux nappes sur la broche centrale du jack et les fils de couleur **noire** sur l'autre broche, électriquement reliée à son corps métallique (masse).

Dans le schéma d'implantation des composants ce détail de connexion a été mis en évidence. Dans la prise RCA on doit en revanche relier un câble destiné à l'entrée du signal vidéo du téléviseur.

Il existe dans le commerce des câbles standards avec prise péritel d'un côté et des RCA pour les sorties audio et vidéo de l'autre (voir figure 11). Si vous ne voulez pas acheter ce câble, vous pouvez le fabriquer vous-même en utilisant une prise péritel, un câble blindé et une RCA ; ces composants peuvent vous être fournis à part.

Comme le montre la figure 10, pour cette application les seules broches dont vous avez besoin sont la 17 (masse signal vidéocomposite) et la 19 (sortie signal vidéocomposite) de la prise péritel sur lesquels sont à relier respectivement la tresse du câble blindé et le fil du signal.

À l'autre extrémité du câble blindé, reliez une RCA en mettant la tresse à la masse et le fil du signal au central de la RCA.

Maintenant que tout est prêt, vous pouvez relier le circuit à la prise péritel de votre téléviseur et vous réjouir de vos spectacles préférés avec l'éclairage reposant de la lumière diffuse produite par les LED.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette barre à LED pour rétro-éclairage du téléviseur **EN1689** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/120.zip> ◆

Amplificateur linéaire RF large bande

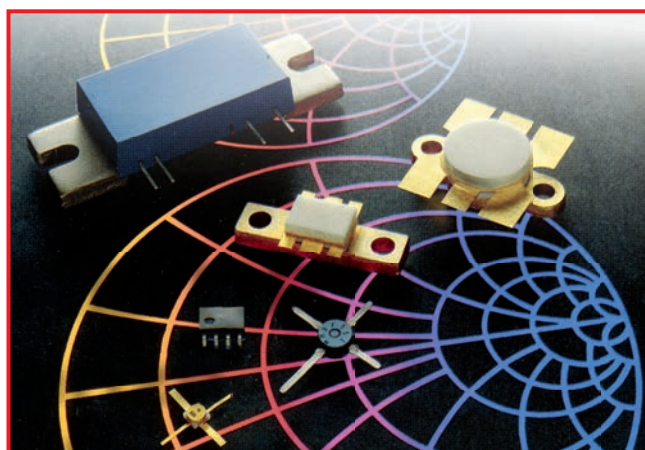
Avec une paire de MOSFET PD55015, il est possible de réaliser un excellent amplificateur de puissance à large bande sans aucun point de réglage. La configuration «push-pull» a permis d'obtenir une puissance de sortie comprise entre 20 et 30 W.

La difficulté principale que rencontrent ceux qui s'attèlent au montage d'un **amplificateur de puissance RF** consiste à régler correctement l'amplificateur, car ce réglage délicat est à effectuer avec des instruments spéciaux et coûteux, par une personne expérimentée.

C'est la raison pour laquelle nous pensons que le montage de l'**amplificateur de puissance** présenté dans cet article a des chances de trouver un accueil favorable chez beaucoup de lecteurs. En effet, **aucun réglage d'ajustable ne vous sera proposé après la réalisation**. La phase de réglage en sera considérablement simplifiée : vous n'aurez qu'à régler le **courant** continu de **bias** (polarisation) à effectuer à l'aide d'un simple multimètre. La fréquence de travail de notre amplificateur est comprise entre **10 MHz** et **110 MHz**, elle englobe donc une partie des **ondes courtes** et la partie basse des **VHF** avec la bande **FM broadcast 88-108 MHz**. Le circuit est de ce fait capable d'amplifier le signal de sortie prélevé sur un **excitateur FM** : le signal amplifié sera ensuite appliqué à une antenne ou bien il servira à piloter un autre étage de puissance.

La configuration retenue est celle en **Push-Pull** : elle utilise une paire de **MOSFET** pilotés en opposition de phase ; cette configuration a permis d'obtenir une puissance de sortie maximale comprise entre **20 et 30 W** environ. Dans la description du schéma électrique, nous chercherons à vous fournir toutes les informations relatives aux phases de conception qui nous ont permis d'obtenir ces caractéristiques.

Le **gain de puissance** de l'amplificateur est égal à environ **+18 dB** et correspond à un rapport entre la puissance de sortie et celle d'entrée d'environ **63 fois**. Par exemple, pour obtenir **20 W** de puissance de sortie vous devez appliquer en entrée une puissance à peine supérieure à **0,3 W**.



La **linéarité en fréquence** à l'intérieur de la bande de travail est d'environ **± 2 dB**, mais nous aborderons cette question plus loin et nous vous dirons comment interpréter ce phénomène. L'amplificateur RF est alimenté par une tension continue de **28 V** et le courant maximal consommé est d'environ **2 A**.

Le schéma électrique

Nous avons choisi comme composants actifs deux **MOSFET RF 55015** fabriqués par **STmicroelectronics**. Nous avons déjà mis en œuvre ce composant pour le montage (bande **FM**) **EN1636** et nous avons donc pu constater l'excellence de ses caractéristiques pour un coût très raisonnable.

L'utilisation de deux **MOSFET** montés en **push-pull** à la place d'un seul garantit certes le doublement de la puissance de sortie, mais il permet en outre d'obtenir une suppression des harmoniques paires à la sortie de l'amplificateur (c'est-à-dire la deuxième, la quatrième, la sixième harmonique).

Cela permet de simplifier le filtrage des éventuels signaux harmoniques présents à la sortie, lesquels sont toujours susceptibles de perturber des portions de bande éloignées de la fréquence de sortie fondamentale d'utilisation.

Cette condition rend possible l'utilisation d'un simple filtre **passé-bas** composé de moins de cellules filtrantes, pour obtenir une suppression efficace des harmoniques. Le fonctionnement en **push-pull** s'obtient en pilotant les deux **grilles** des **MOSFET** avec un signal déphasé de **180°** (c'est-à-dire en opposition de phase) par rapport au signal d'entrée.

Les deux signaux en opposition de phase amplifiés, prélevés sur la broche de **drain**, sont ensuite «**combinés**» de manière à obtenir un seul signal d'amplitude plus élevée. Les broches de **source** sont toutes deux reliées à la masse. Il faut ensuite réussir à combiner les deux signaux en **opposition de phase** : cette tâche est dévolue aux fameux «**balun**», **T1** pour celui d'entrée et **T3** pour celui de sortie.

Note : un **balun** est un circuit électrique utilisé pour effectuer une liaison entre une ligne de **transmission symétrique** (ligne bifilaire ou lignes imprimées parallèles) et une ligne de **transmission asymétrique** (câble coaxial ou ligne imprimée au-dessus d'un plan de masse). On utilise communément le terme de **symétriseur d'antenne** lorsqu'on évoque l'adaptation du dipôle 300 Ohms au câble coaxial 75 Ohms dans les antennes TV grand public, dites «**râteaux**». Le terme **balun** vient des mots anglais **BAL**anced (équilibré, balancé) et **UNBAL**anced (déséquilibré, non balancé).

Le **balun T1**, à partir d'un signal asymétrique comme celui appliqué sur le connecteur **BNC** d'entrée, produit deux signaux d'amplitudes identiques, mais de phases inversées, tout en maintenant inchangée la valeur de l'impédance (voir la figure 2). Pour obtenir la largeur de bande nécessaire et garantir un bon fonctionnement à la fréquence minimale de travail, nous avons utilisé un petit noyau torique **FT50-43** (voir figure 2) sur lequel sont bobinées les **6+6 spires**. Pour améliorer les caractéristiques du **balun** en terme d'adaptation d'impédance, il est préférable de réaliser l'enroulement en mode bifilaire (**Twisted Wire**).

Pour cela on se sert d'un banal fil de cuivre pour transformateur de **0,5 mm** de diamètre. Avant d'effectuer l'enroulement, les deux fils seront tressés ensemble de manière à former une «**ligne de**

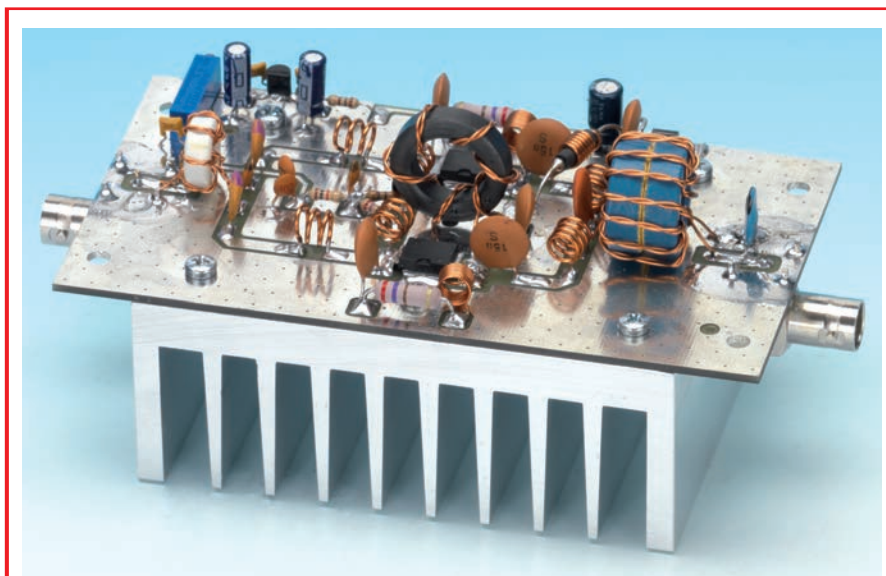


Figure 1 : Photo de l'amplificateur de puissance RF à large bande.

transmission» ayant une impédance la plus proche possible de l'impédance typique de **50 Ω** utilisée en **RF**.

En fait un couplage aussi étroit des deux fils produit une **petite capacité électrique** entre eux ; avec l'**inductance** propre du fil, elle détermine les constantes distribuées et par suite l'impédance de la ligne de transmission (voir la figure 3). On a obtenu un **signal symétrique**, mais il reste à résoudre le problème de l'adaptation d'impédance. Nous savons que pour obtenir le transfert du plus de puissance possible entre un générateur et une charge, les deux impédances doivent être le plus possible égales entre elles. L'impédance d'entrée de notre amplificateur devra donc être proche de **50 Ω**.

Comme l'impédance d'entrée des **MOSFET** (**grille**) est fortement capacitive puisque cette broche est quasiment «**isolée**» ohmiquement par rapport aux deux autres broches de **source** et de **drain**, on a mis à profit cette caractéristique pour réaliser le réseau d'adaptation d'impédance opérant sur la totalité de la bande de travail de l'amplificateur.

En fait, ce condensateur «**virtuel**» d'environ **90 pF** (donnée que l'on trouve dans le data sheet du composant), est utilisé comme partie d'un filtre passe-bas (deux sections en π) composé des selfs **L1**, **L2**, **L3**, **L4**, des condensateurs **C2**, **C13** et, justement, de la capacité de la **grille**.

Les résistances **R3** et **R4** servent de «**charge**» de clôture de ce filtre, de telle façon que le tout soit adapté au **50 Ω** d'entrée et que l'on ait une bonne valeur de **Return Loss** à l'intérieur de la bande de travail de l'amplificateur (voir la figure 4). Les deux condensateurs **C1** et **C3** (voir figure 6) ont pour consigne de laisser passer le signal **RF** et de bloquer en revanche la tension continue de polarisation appliquée sur les deux broches des **grilles** des MOSFET.

Cette tension de polarisation est prélevée sur le curseur du trimmer **R1** pour être appliquée sur le nœud des résistances **R3** et **R4** à travers la résistance **R2**. Cette tension est dosée pour faire consommer à l'amplificateur un courant de repos (sans aucun signal appliqué en entrée), compris entre **100** et **200 mA**.

La tension de **bias** stabilisée par un régulateur **5 V** (voir **IC1**) est utilisée de manière à faire entrer en **légère conduction** les deux MOSFET. On obtient ainsi la **meilleure linéarité** de l'étage amplificateur, ainsi que le **gain de puissance** maximal. Le réseau constitué par les composants **C12-R5-L5** d'un côté et **C14-R6-L6** de l'autre, sert à introduire une rétroaction négative à l'étage amplificateur : le taux de rétroaction est variable en fonction de la fréquence. Ce procédé permet d'obtenir un **gain constant** sur toute la bande de travail de l'amplificateur. Si on ne le mettait pas en œuvre, on aurait un gain trop

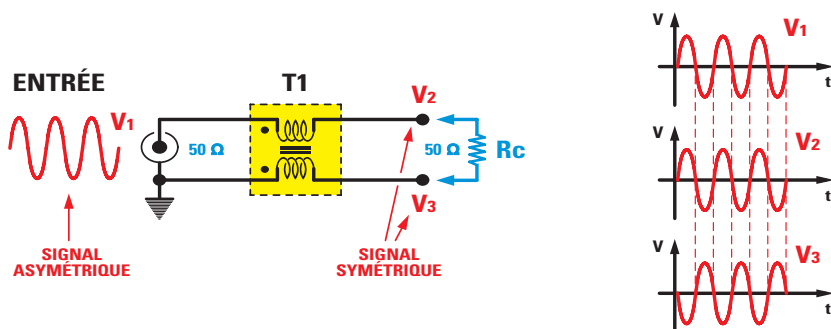


Figure 2 : Pour obtenir à partir d'un signal RF «asymétrique» deux signaux identiques en amplitude mais en opposition de phase, on se sert du transformateur T1.

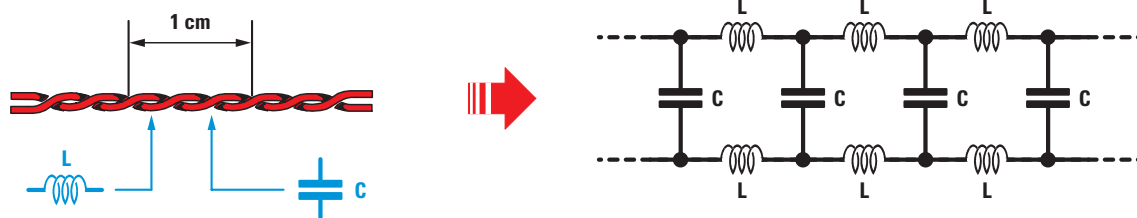


Figure 3 : En tressant deux fils ensemble on obtient une «ligne de transmission» dont l'impédance dépend du nombre de tours par centimètre de longueur.

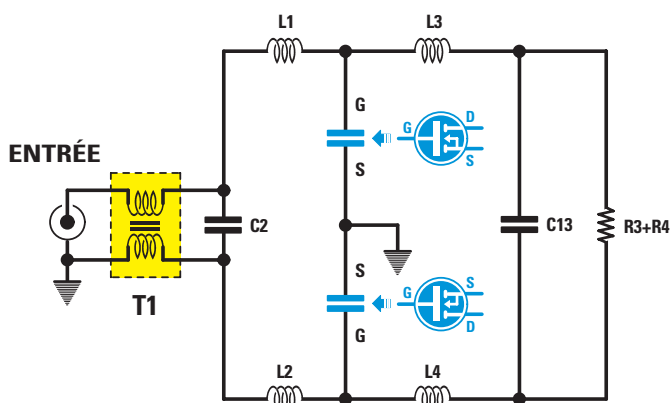


Figure 4 : Vous pouvez voir ici le schéma équivalent de la section d'entrée de l'amplificateur ; la capacité de grille des MOSFET est utilisée comme «condensateur» pour former un filtre passe-bas.

important en basse fréquence (ce qui pourrait même créer de l'instabilité et de l'auto oscillation) et à l'inverse on aurait un gain insuffisant dans les hautes fréquences. Tandis qu'en utilisant la rétroaction négative, la variation de gain à l'intérieur de la largeur de bande de travail (**10 MHz-110 MHz**) est au maximum de ± 2 dB.

Après avoir obtenu l'adaptation d'impédance d'entrée, occupons-nous maintenant de l'adaptation de l'impédance de sortie. Le signal amplifié est disponible en mode symétrique sur les deux broches de **drain** des MOSFET **MFT1** et **MFT2**.

Bien sûr, pour le rendre disponible sur le connecteur de sortie, il faut effectuer l'opération inverse de celle d'entrée, c'est-à-dire transformer le **signal symétrique** en un **signal asymétrique**, tâche remplie par le **balun T3** dans le schéma électrique (voir figure 6).

Cependant, avant de réaliser cette opération, il faut contrôler et éventuellement corriger l'adaptation d'impédance entre les broches de **drain** des **MOSFET** et la sortie de l'amplificateur : là encore l'impédance de sortie de l'amplificateur doit avoir une valeur la plus proche possible du **50 Ω** nominal.

La valeur de la résistance de sortie d'un amplificateur à **MOSFET** est facilement calculable grâce à la formule :

$$R_s = V_{ds}^2 : (2 \times P_o)$$

où :

R_s est la résistance de sortie de **drain** du **MOSFET** en Ω ;

V_{ds} est la tension de alimentation en **V** ;

P_o est la puissance de sortie de l'amplificateur en **W**.

Avec une tension d'alimentation de **28 V** et une puissance de **15 W** pour chaque **MOSFET** (pour une **puissance** totale de **sortie** de **30 W**) nous obtenons :

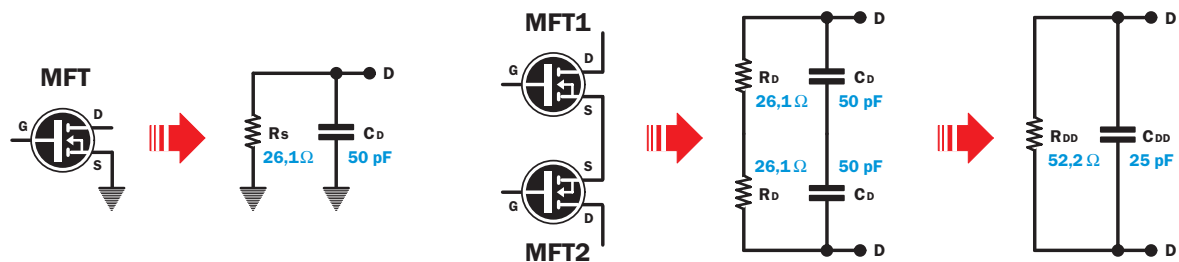


Figure 5 : À gauche, vous pouvez voir le circuit équivalent de drain d'un seul MOSFET, au centre comment se combinent les valeurs en configuration push-pull et, à droite, les valeurs finales.

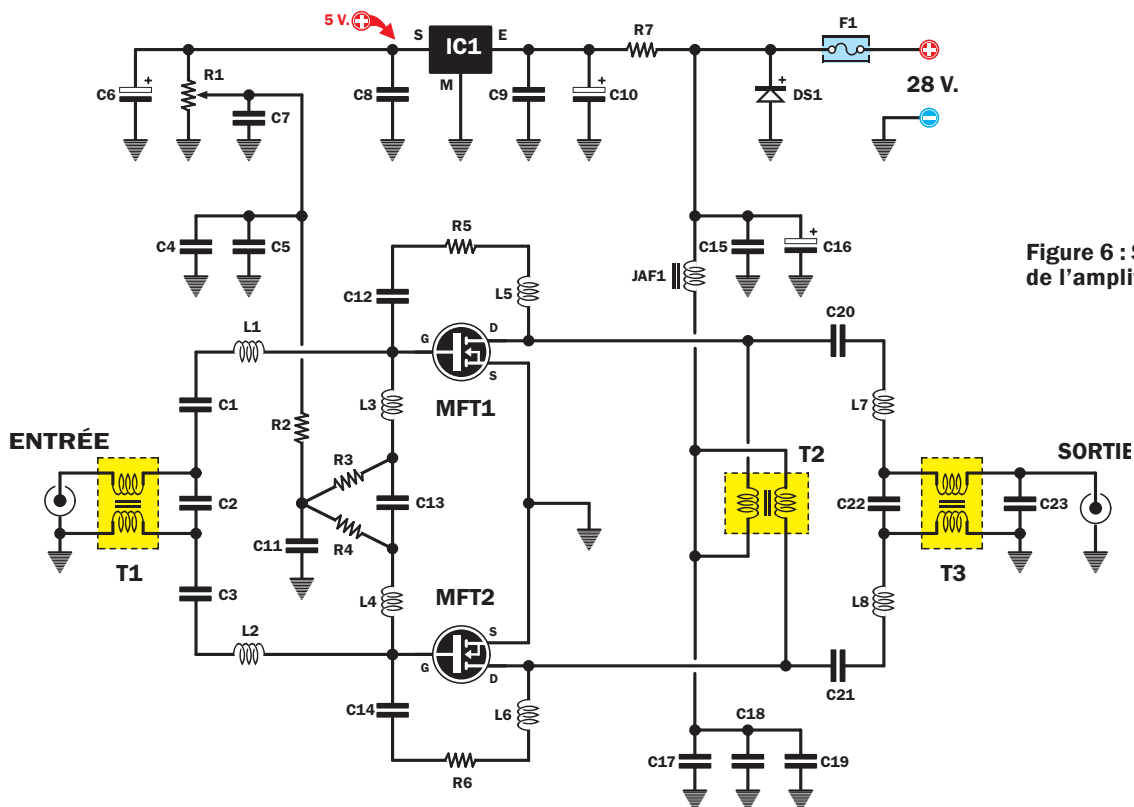
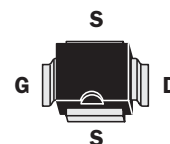
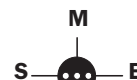


Figure 6 : Schéma électrique de l'amplificateur RF.

Brochage du MOSFET PD55015 vu de dessus et repère-détrompeur en U vers le bas et du circuit intégré régulateur MC78L05 vu de dessus.



PD 55015



MC 78L05

Liste des composants EN1793

R11 k trimmer 20 t.
R21 k
R327
R427
R5270 1 W
R6270 1 W
R7100
C14,7 nF cér. VHF
C233 pF cér. VHF
C34,7 nF céramique

C41 nF céramique
C547 nF céramique
C610 µF électrolytique
C7100 nF multicouche
C8100 nF multicouche
C9100 nF multicouche
C1010 µF électrolytique
C11 ...33 pF cér. VHF
C1215 nF cér. VHF
C13 ...18 pF cér. VHF
C14 ...15 nF cér. VHF
C15 ...15 nF cér. VHF
C16 ...100 µF électrolytique/35V
C17 ...1 nF multicouche

C18 ...15 nF cér. VHF
C19 ...100 nF multicouche
C2015 nF cér. VHF
C21 ...15 nF cér. VHF
C2251 pF cér. VHF
C23 27 pF cér. VHF
L1-L8 .voir texte
T1-T3 .voir texte
JAF1...voir texte
DS1 ...1N4007
MFT1 .MOSFET PD55015
MFT2 .MOSFET PD55015
IC1MC78L05
F1fusible 3 A

$$R_s = 28^2 : (2 \times 15) = 26,1 \, \Omega$$

En plus de cette résistance équivalente de sortie, il faut considérer également la **capacité de drain CD** reliée en parallèle avec elle, capacité donnée par le **data sheet** : environ **50 pF**. C'est pourquoi le circuit équivalent d'un seul **MOSFET** sera égal à celui de la figure 5.

Comme notre amplificateur comporte deux **MOSFET**, en réalité le circuit équivalent sera celui visible à droite à la figure 5. Les deux résistances **Rd** sont montées en série tout comme les deux capacités de **drain CD** : la valeur totale de la résistance de sortie sera égale à :

$$R_{dd} = R_d + R_d = 26,1 + 26,1 = 52,2 \, \Omega$$

valeur très proche du **50 Ω** nominal que doit présenter la sortie et donc aucune autre adaptation ne sera nécessaire.

La capacité totale de **drain Cdd** sera divisée par deux par rapport à la seule capacité de sortie **Cd** : en effet elles sont reliées en série, c'est pourquoi on a :

$$C_{dd} = C_d : 2 = 50 : 2 = 25 \, \text{pF}$$

et par conséquent le circuit de sortie équivalent de l'amplificateur est celui visible à droite à la figure 5.

La capacité de sortie **Cdd** des deux **MOSFET** sera considérée de la même manière que s'il s'agissait de la capacité de deux condensateurs insérés dans le circuit, avec le condensateur **C22** et les deux selfs **L7** et **L8**, pour composer un filtre passe-bas ayant une fréquence de coupure juste supérieure à la limite supérieure de l'amplificateur (un peu comme pour le circuit d'entrée).

Les deux condensateurs **C20** et **C21** ont pour tâche exclusive de laisser passer le signal RF (radiofréquence) et de bloquer la tension continue présente elle aussi sur la broche de **drain** des **MOSFET**. Par l'intermédiaire des enroulements réalisés sur le noyau torique de **T2** (voir schéma figure 11), on applique la tension continue aux **drains** des deux **MOSFET** ; il est nécessaire que les enroulements soient réalisés en opposition de phase, parce que cela empêche la «saturation» du noyau (le champ magnétique s'annule).

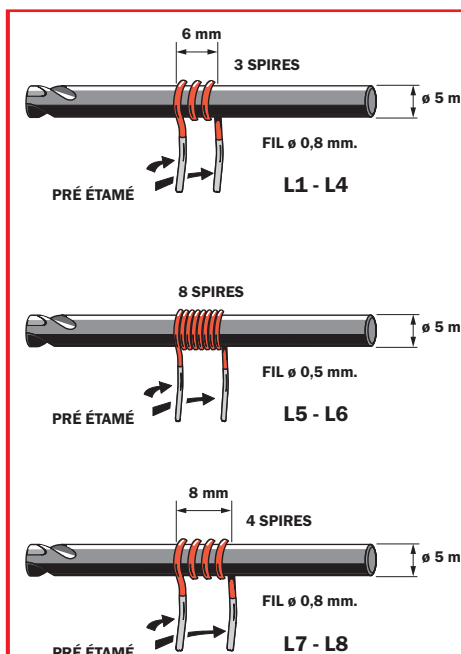


Figure 7 : Voici la séquence des opérations à effectuer pour réaliser les 8 selfs nécessaires à la réalisation de cet amplificateur RF.

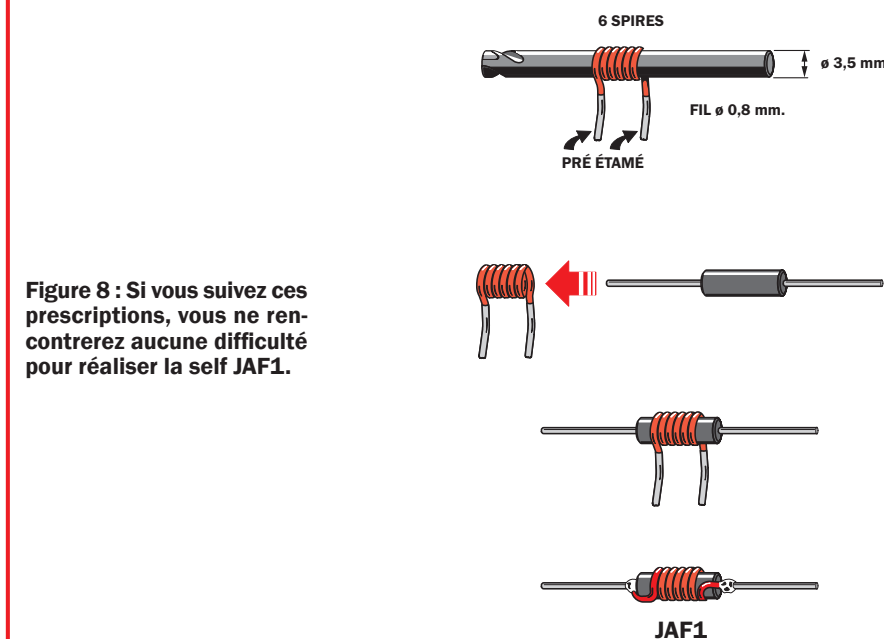


Figure 8 : Si vous suivez ces prescriptions, vous ne rencontrerez aucune difficulté pour réaliser la self JAF1.

Le transformateur **balun T3** effectue l'opération inverse par rapport au transformateur d'entrée **T1** : il prélève le signal «**symétrique**» sur les drains des **MOSFET** et le rend «**asymétrique**» et prêt à être relié à la prise de sortie. Le condensateur **C2** situé à l'entrée et le condensateur **C23** monté en parallèle avec la sortie améliorent l'adaptation d'impédance de l'amplificateur. Les condensateurs **C17-C18-C19** constituent une action de by-passing efficace, afin qu'il n'y ait pas de résidus de radiofréquence sur la ligne d'alimentation et que le pôle «**froid**» de **T2** soit dynamiquement relié à la masse en ce qui concerne la radiofréquence.

Un fusible **F1** de **3 A**, protège l'amplificateur au cas où, distraitement, vous appliqueriez la tension d'alimentation avec une polarité inversée. Dans ce cas, la diode **DS1** serait polarisée directement et, en entrant en conduction, ferait fondre le fusible, ce qui épargnerait à l'amplificateur des ruptures bien plus graves !

La réalisation pratique

Nous vous suggérons de commencer le montage par les deux MOSFET **PD55015** (voir **MFT1** et **MFT2**), profitant du fait

que le circuit imprimé n'est pas encore encombré. Appuyez-les, l'un après l'autre, sur le circuit imprimé, en vérifiant que leurs repères-détrompeurs en **U** soient bien orientés vers le bas (voir les figures 13a et 16).

Ainsi les deux broches de **source** de chaque MOSFET seront disposées l'un en haut et l'autre en bas, la broche de **drain** à droite et la patte de **grille** sur la piste de gauche. Maintenez leurs boîtiers bien appuyés sur le circuit imprimé, soudez à la masse les deux broches de **source**, sur la piste de droite la broche de **drain** et enfin soudez la broche de **grille** à gauche.

Cette opération doit être effectuée le plus rapidement possible de manière à ne pas surchauffer les composants tout en cherchant en même temps à obtenir des soudures parfaites. Comme tous les MOSFET, les **PD55015** sont sensibles aux tensions électrostatiques résiduelles pouvant les endommager (surtout si elles sont appliquées à la broche de **grille**) : par conséquent, il est vivement conseillé d'utiliser pour la soudure une «station de soudure isolée du secteur» ou à défaut de relier momentanément la broche de **grille** à la masse du circuit imprimé à travers un petit «strap» que vous supprimerez ensuite.

Comme vous pouvez le voir en figure 13, la réalisation pratique de cet amplificateur met en jeu, parmi les composants indiqués dans la liste, **9** selfs **L1** à **L8** et **JAF1** à bobiner. Le bobinage de ces selfs n'est pas particulièrement difficile et vous vous en sortirez très bien si vous le faites avec attention en suivant les indications des figures. Nous vous suggérons de les réaliser tout de suite (voir les figures 7 et 8).

Procurez-vous tout d'abord une tige lisse (ou une queue de foret) de **5 mm** de diamètre (voir figure 7) et bobinez dessus le nombre de spires requis de fil émaillé :

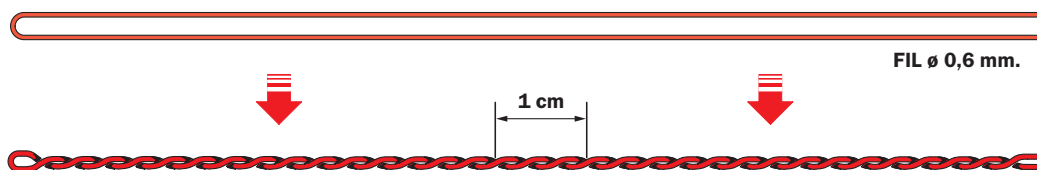


Figure 9 : Pour réaliser les transformateurs T1-T2-T3, vous devrez avant tout réaliser une tresse avec du fil de 0,6 mm de diamètre. Assurez-vous qu'un centimètre de tresse comporte bien 3 enroulements ou boucles de tressage (voir dessin).

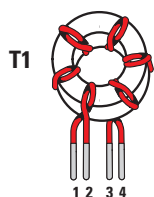


Figure 10 : Pour réaliser le transformateur T1, bobinez autour du petit noyau torique en ferrite de couleur blanche 6 spires de fil émaillé, en les espaçant de telle façon qu'elles se distribuent de manière homogène sur toute la surface.

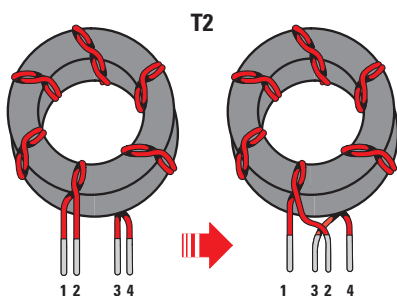


Figure 11 : Le noyau torique de couleur grise (disponible lui aussi avec l'ensemble du matériel auprès de nos annonceurs) est destiné à la réalisation du transformateur T2. Bobinez 6 spires en les espaçant de manière homogène.

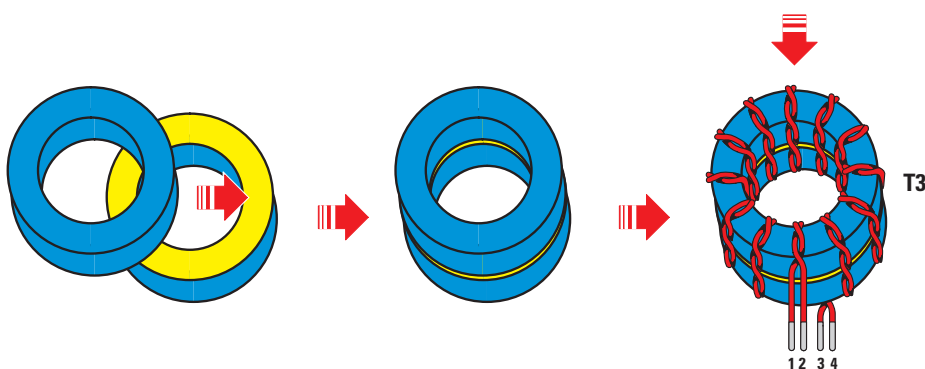


Figure 12 : Pour réaliser le transformateur T3, utilisez les deux noyaux en ferrite de couleur bleue, en mettant en contact les deux surfaces jaunes et bobinez 12 spires de manière à couvrir régulièrement la surface.

Figure 13a : Schéma d'implantation des composants de l'amplificateur RF. Une fois les selfs et les transformateurs réalisés en fonction des indications fournies dans l'article et illustrées dans les figures, soudez-les sur le circuit imprimé dans les positions prévues. Voir aussi la figure 16.

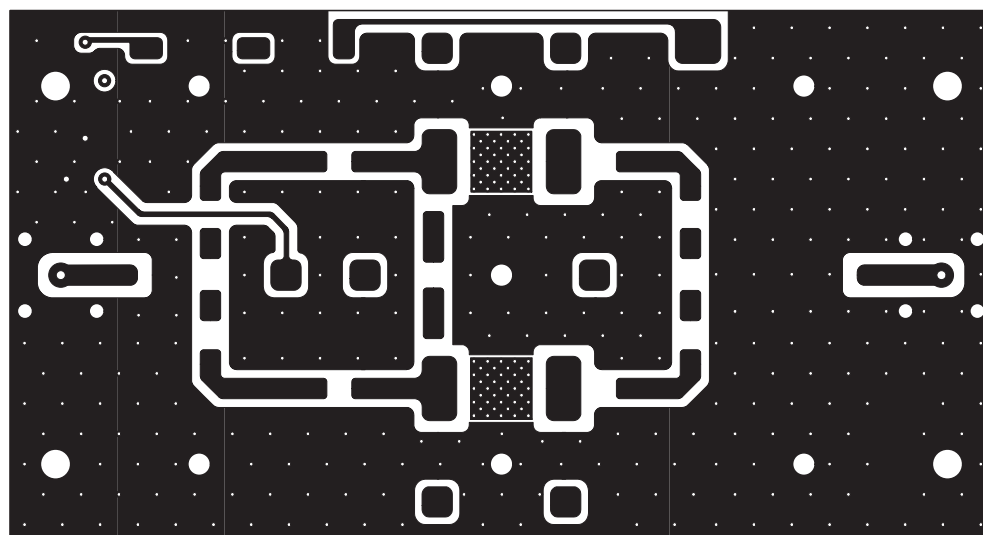
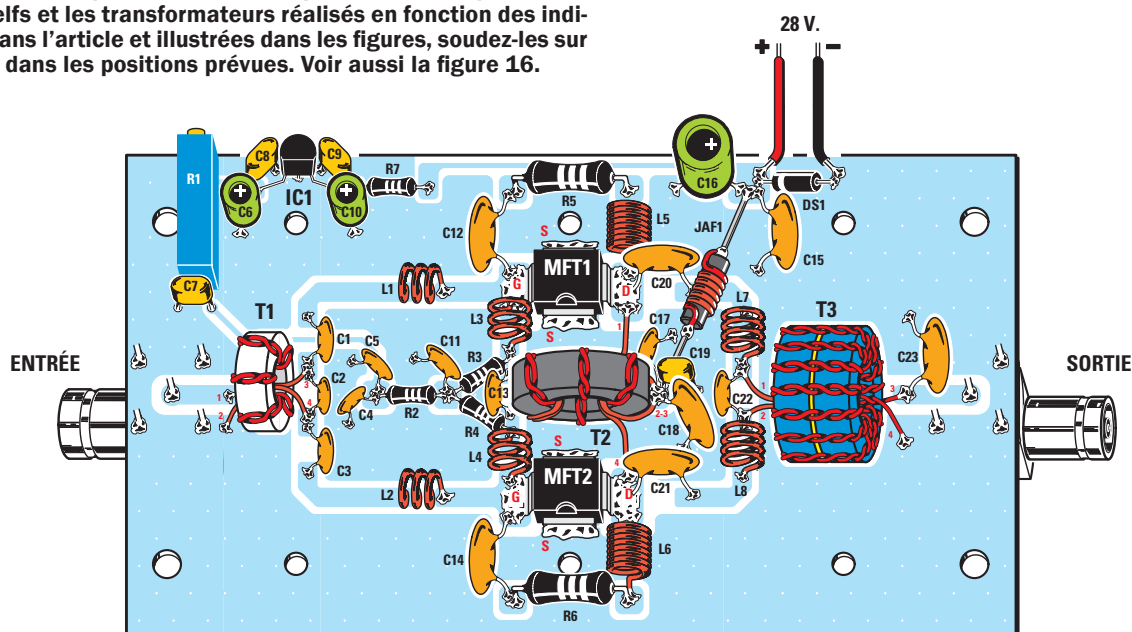
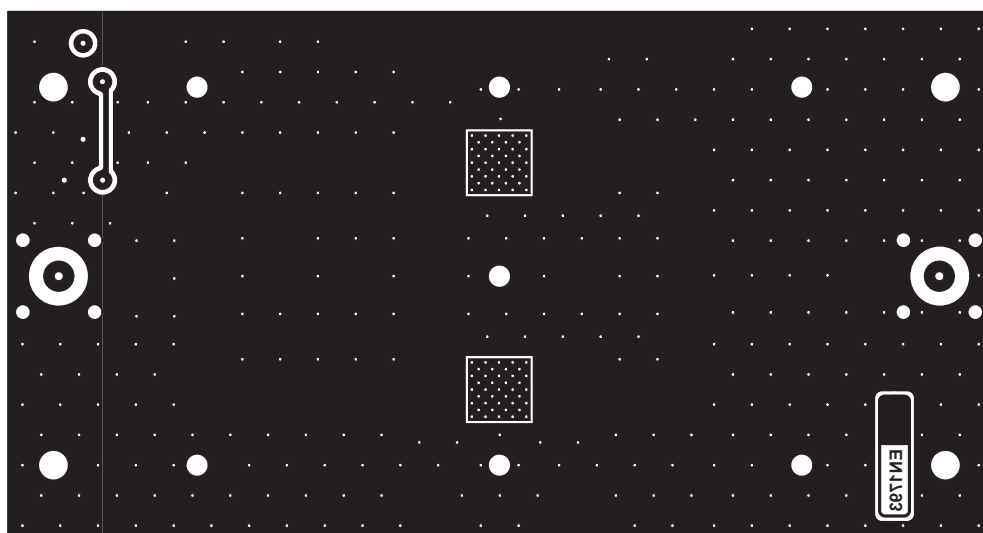


Figure 13b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés, côté composants.

Figure 13b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés, côté plan de masse. Ensuite, réalisez bien les liaisons entre le plan de masse et les pistes de masse de l'autre face (aux endroits indiqués).



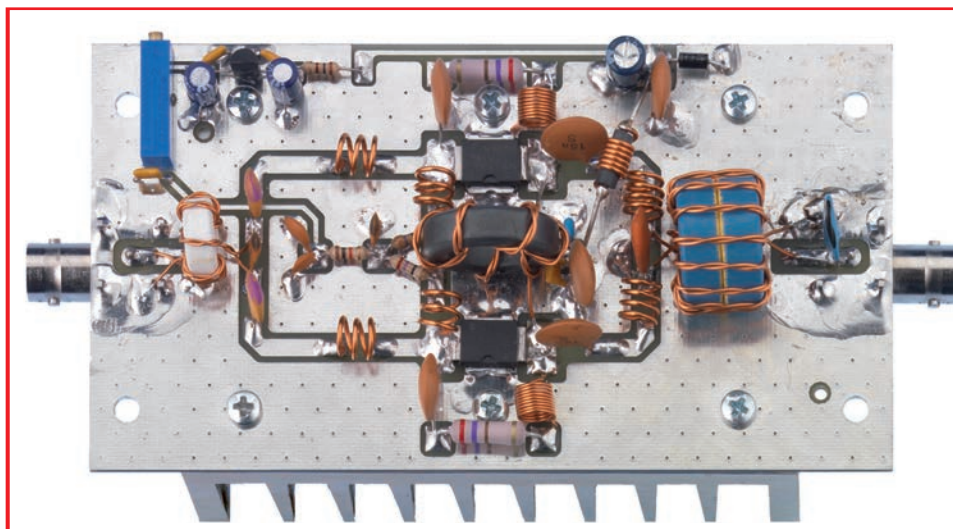


Figure 14 : Photo d'un des prototypes de la platine entièrement montée et fixée sur son dissipateur. Comparez avec la figure 16.

-**L1-L2-L3-L4** = 3 spires de fil de **0,8 mm** de diamètre espacées de manière à obtenir une longueur de **6 mm**.

-**L5-L6** = 8 spires de fil de **0,5 mm** de diamètre à bobiner en spires jointives (sans les espacer).

-**L7-L8** = 4 spires de fil de **0,8 mm** de diamètre espacées de manière à obtenir une longueur de **8 mm**.

Quant à la self **JAF1**, vous devrez utiliser une tige (queue de foret) de **3,5 mm** de diamètre (voir figure 8) et bobiner sur ce support provisoire 6 spires jointives de fil de **0,8 mm** de diamètre (sans espace entre les spires). Dans le bobinage (on dit aussi solénoïde) ainsi obtenu, insérez un noyau de **ferrite** doté de deux fils de sortie à souder aux extrémités du bobinage préalablement dénudées (enlever l'émail sur quelques millimètres) et pré étamées (voir figure 8). Nous insistons sur la nécessité, pour toutes ces selfs, de bien **enlever l'émail à chaque extrémité** puis de bien les **étamer** afin de permettre des soudures efficaces sur les pistes du circuit imprimé. Par conséquent, une fois tous les bobinages réalisés, vous devez soigneusement racler l'émail des extrémités (cutter, papier de verre...) et étamer ces dernières de façon à obtenir une couleur argentée.

Quand vous avez ainsi réalisé toutes les selfs, passez à la réalisation des transformateurs **T1-T2-T3** (voir les figures 9-10-11-12). Là encore, vous devez les réaliser vous-même avec soin et vous ne rencontrerez aucune difficulté si vous suivez scrupuleusement nos indications.

Prenez dans le matériel disponible le fil émaillé de **0,6 mm** de diamètre et réalisez une «tresse» de telle façon que 3 tours complets couvrent une longueur de **1 cm** environ comme le montre la Figure 9. Pour cela, nous vous conseillons de vous aider dans cette opération en fixant une extrémité dans un étau et en tordant l'autre jusqu'à vous rapprocher le plus possible de nos prescriptions.

Pour réaliser le transformateur **T1**, bobinez autour du petit noyau de ferrite de couleur **blanche** les 6 spires bifilaires nécessaires en utilisant la «tresse» que vous venez de réaliser, en cherchant à les espacer pour une répartition uniforme sur la totalité du noyau torique.

Vous obtiendrez ainsi 4 extrémités de fil, prenez alors un multimètre et identifiez les extrémités **1, 2, 3, 4** (voir la figure 10) de manière à les souder exactement sur les pastilles marquées de ces mêmes chiffres (voir la figure 13). Avant de souder ces extrémités sur le circuit imprimé, enlevez l'émail sur quelques millimètres et étamez-les.

Poursuivez avec le transformateur **T2** en bobinant autour du noyau en ferrite de couleur grise 6 spires bifilaires, toujours en utilisant un morceau de la «tresse»; là encore, les spires seront bobinées sur toute la surface du noyau. Vous obtiendrez encore 4 extrémités qu'une fois identifiées avec un multimètre, vous devrez souder sur les pastilles marquées **1, 2, 3, 4** (voir la figure 13).

Réalisez en dernier le transformateur **T3** constitué de deux noyaux toriques de couleurs **bleue/jaune**, que vous devrez au préalable mettre en contact l'un avec l'autre par leurs deux côtés de couleur **jaune** (voir figure 12). Pour les lier ensemble, vous pouvez utiliser une goutte de colle rapide. Vous pourrez alors bobiner autour de ce double noyau **12** spires bifilaires, en les espaçant de manière à recouvrir toute la surface de ce noyau torique : là encore vous aurez 4 fils de sortie, à identifier au moyen du multimètre, puis à souder sur les pastilles marquées des chiffres **1, 2, 3, 4**.

Vous pouvez maintenant insérer sur le circuit imprimé toutes les résistances de $\frac{1}{4}$ W et les deux résistances **R5-R6** de **1 W** reconnaissables à leurs dimensions supérieures.

Puis les condensateurs céramiques et les électrolytiques, en faisant bien attention, dans le cas de ces derniers, à orienter convenablement le pôle + comme l'indique la figure 13. Tous les composants évoqués jusqu'ici sont soudés directement sur les pastilles de cuivre du circuit imprimé en maintenant la longueur des fils la plus courte possible.

Pour continuer le montage, soudez en haut à gauche le circuit intégré régulateur de tension **IC1**, en dirigeant son méplat vers le bas et en écartant ses pattes afin qu'elles se trouvent bien en face des pastilles et pistes. Insérez ensuite la diode **DS1** en dirigeant sa bague blanche vers la gauche (voir la figure 13).

Et voici venu le moment de monter les selfs **L1-2-3-4-5-6-7-8, JAF1** et les transformateurs **T1-T2-T3** que vous avez déjà bobinés : soudez-les avec soin sur les pistes et pastilles, comme l'indique la figure 13. Renversez le circuit imprimé pour avoir le plan de masse face à vous. À droite et à gauche du circuit imprimé insérez maintenant les deux connecteurs **BNC d'Entrée** et de **Sortie**, en soudant sur les pistes de cuivre leurs **5 broches**. Pour terminer le montage, appuyez sur cette même face du circuit imprimé le **dissipateur** (voir figure 15), fixez le circuit imprimé sur le dissipateur avec les boulons. Si vous le désirez, afin d'améliorer la conductibilité thermique, vous pourrez étaler entre le circuit imprimé et le dissipateur une fine couche de pâte thermique.

Dans les quatre trous situés sur les côtés du circuit imprimé, insérez les axes des entretoises métalliques : elles vous serviront à fixer le circuit sur la base d'un éventuel boîtier dans lequel loger l'amplificateur.

Dans la **BNC Entrée** on applique le signal **RF** à amplifier, prélevé sur un générateur ou bien un excitateur. Sur la **BNC Sortie** on prélève évidemment le signal pour l'envoyer vers une éventuelle antenne ou bien pour piloter l'entrée d'un autre étage amplificateur de puissance.

Les réglages

Nous l'avons dit, cet amplificateur linéaire n'a besoin d'aucun réglage de condensateurs ajustables pour obtenir la puissance de sortie maximale, mais il nécessite seulement un réglage du courant consommé au repos, valeur qui doit être comprise entre **100 mA** et **200 mA**.

Avant d'appliquer la tension d'alimentation, égale à **28 V stabilisés (±5 %)** en continu (prélevée sur une alimentation en mesure de débiter un courant de sortie d'**au moins 2 A**), vous devrez nécessairement tourner la vis de réglage du trimmer **R1**, comme l'indique la figure 16, de manière à commencer sans **aucune** tension de polarisation appliquée aux **grille des MOSFET**. Ainsi l'amplificateur ne consomme aucun courant.

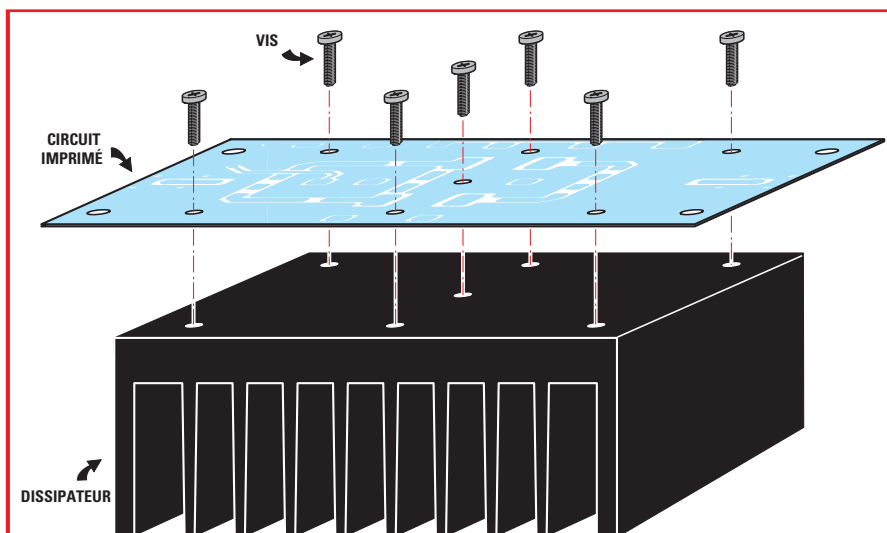


Figure 15 : Sur la face inférieure du circuit imprimé (plan de masse de la platine), montez le dissipateur en le fixant avec les vis métalliques. Voir aussi la figure 16.

Note : étant donné que le trimmer multitour **R1** n'a pas de fin de course, nous vous conseillons de **tourner** la vis de réglage d'**au moins 20 tours** dans la direction indiquée Figure 16 afin d'être certains de partir avec une tension égale à **0 V**.

Vous pouvez alors appliquer la tension d'alimentation. Précisons que l'opération de réglage du courant de bias doit être effectuée sans appliquer de signal sur l'entrée de l'amplificateur ni aucune charge sur le connecteur de sortie.

En série avec le positif d'alimentation, placez le multimètre préparé pour une mesure de courant continu. Tournez lentement le trimmer **R1** de manière à faire consommer à l'amplificateur un courant compris entre **100 mA** et **200 mA**.

Débranchez le multimètre et appliquez à nouveau la tension d'alimentation.

La puissance de sortie fournie par l'amplificateur est bien sûr proportionnelle à la puissance que vous appliquerez à l'entrée. Étant donné que l'amplificateur a un gain d'environ **+18 dB**, ce qui correspond à une augmentation d'environ **63 fois** de la **puissance d'entrée**, il va de soi que pour obtenir **20 W** à la sortie vous devez appliquer à l'entrée une puissance de :

$$\text{Pin} = 20 : 63 = 0,317 \text{ W}$$

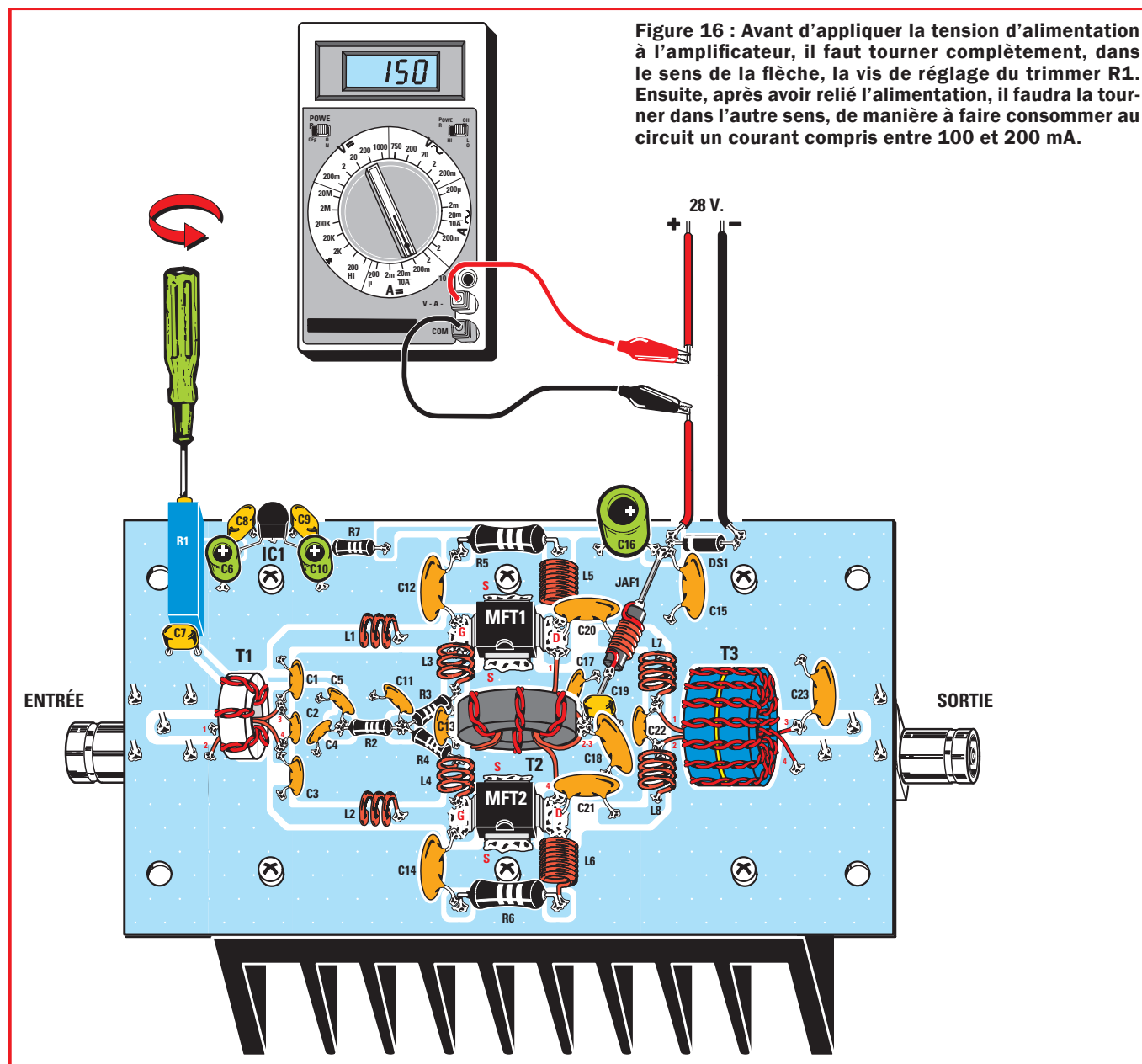
Dans tous les cas, la puissance maximale applicable en entrée ne doit pas dépasser une valeur comprise entre **0,45** et **0,5 W**.

Au-delà de cette valeur, on n'obtient plus une augmentation proportionnelle de la puissance de sortie, mais seulement une augmentation des harmoniques générées, cela étant dû à la «compression» de l'amplificateur ; en outre on court le risque d'une rupture des MOSFET.

Il est **recommandé** pour des **puissances de sortie supérieures à 10 W** et pour de longues durées d'utilisation de l'amplificateur, de refroidir encore le circuit en utilisant un petit ventilateur (voir la figure 17) : dirigez bien le flux d'air vers les transformateurs de sortie lesquels ont tendance à surchauffer pendant le fonctionnement.

Normalement l'amplitude des harmoniques à la sortie de l'amplificateur atteint un niveau de **-20/-30 dB** par rapport à la fondamentale.

Par conséquent elles sont déjà assez atténuées. Il est toutefois possible de les atténuer encore davantage en ajoutant à l'extérieur de l'amplificateur (entre sa sortie et l'antenne par exemple) un bon filtre passe-bas.



Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet amplificateur linéaire RF large bande **EN1793** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après:

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/120.zip>.

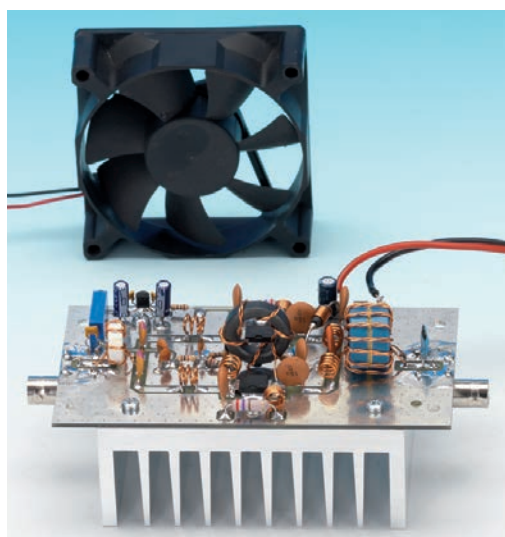


Figure 17 : Dans le cas où vous auriez à travailler avec des puissances de sortie supérieures à 10 W pendant des périodes plutôt longues, nous vous conseillons de diriger un petit ventilateur vers le circuit et en particulier vers les transformateurs qui ont tendance à surchauffer durant le fonctionnement.

Applications XOR et XNOR

avec le programmeur CPLD

Cet article est dédié aux applications pratiques réalisées avec notre programmeur pour dispositifs CPLD EN1685. Nous vous proposons deux montages avec Quartus II, de la création à la programmation de votre PLD, qui vous permettront de mettre en pratique vos connaissances en la matière...et bien sûr d'utiliser votre programmeur construit dès les numéros 101 et 102 d'ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE et dont nous rappelons le matériel en fin d'article.



Aujourd'hui le monde de l'électronique moderne se divise en deux grands règnes, celui de l'électronique **analogique** et celui de l'électronique **numérique**.

Comme vous le savez, bien que ce soit là une division primordiale, les deux familles sont tellement vastes qu'à l'intérieur on distingue d'innombrables branches qui concernent des champs spécifiques.

En analogique, par exemple, nous trouvons l'électronique de puissance, l'électronique de conditionnement des signaux, ou l'électronique d'amplification, ou encore la radiofréquence, etc. Bien d'autres divisions sont adoptées pour l'électronique numérique et dans cette section nous nous occuperons de la base sur laquelle elle se fonde : la **logique combinatoire**.

Évolution du numérique

Si jusqu'à assez récemment l'électronique numérique n'existait pratiquement pas ou bien existait mais était considérée

comme un secteur presque élitaire, désormais il est pratiquement impossible de trouver un circuit qui ne l'utilise pas plus ou moins partiellement.

Cette mutation a été rendue possible par le fait que l'intégration des transistors (la première brique de n'importe quel circuit numérique) est toujours plus poussée, ce dont rend compte la fameuse **loi de Moore**, du nom du cofondateur d'**Intel**, qui déjà dans le lointain 1965 avait prévu l'incroyable escalade dont l'électronique intégrée allait être le protagoniste. **Moore** avait prévu que le nombre de transistors intégrés sur un seul chip doublerait chaque année : il ne s'est pas trompé de beaucoup, l'expérience a montré (et elle continue de le faire) que le nombre de transistors double tous les 18-24 mois, ce qui de toute façon constitue une croissance exponentielle.

Pensez qu'aujourd'hui on produit des chips qui intègrent des centaines de millions de transistors, chacun ayant une longueur nanométrique (milliardième de mètre) : ces fameux nombres si souvent entendus, **0.35**, **0.25**, **0.18**, **0.13**, ne sont rien d'autre que la longueur du canal du transistor le plus petit que l'on puisse produire avec une technologie donnée, technologie qui prend finalement pour nom cette dimension nanométrique.

Jusqu'à récemment elle était exprimée en micromètre (micron, c'est-à-dire le millionième de mètre : ère de la micro-électronique), maintenant on l'exprime en **nanomètre**, par exemple 90 et 65 nanomètres (0.09 et 0.065 micromètre, une technologie très utile, ère de la nanoélectronique).

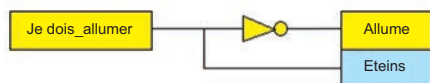
La vitesse à laquelle la disponibilité des transistors augmente et, avec elle, la puissance de calcul possible, ont posé un gros problème : comment mettre à profit toute cette capacité de calcul, vu que les capacités des concepteurs ne peuvent croître proportionnellement à la complexité de la logique ?

Comme on peut facilement l'imaginer, il est bien différent de concevoir un multiplexeur, un automate pour ouverture de porte ou un microcontrôleur.

Pour aider les concepteurs on a alors développé des langages (par exemple le **VHDL***) et des outils ou «tools» (par exemple, dans notre cas le **Quartus II**) capables d'**élever** le **niveau d'abstraction** des circuits décrits, afin de ne pas avoir le souci de positionner les «**and**» ou les «**or**» manuellement, mais par exemple de pouvoir écrire :

```
if je dois_allumer = '1' then
    allume <= '1';
    éteins <= '0';
else
    allume <= '0';
    éteins <= '1';
end if;
```

Avec ce morceau de code vous avez votre premier contact avec le **VHDL** : dans ce cas très simple le **Quartus II** (ou autre outil équivalent), en synthétisant, court-circuitera le signal «**je dois_allumer**» avec la broche de sortie «**allume**», alors qu'il mettra un «**not**» entre le signal «**je dois_allumer**» et la sortie «**éteins**».



Le raisonnement s'étend bien sûr à des cas plus complexes ou extrêmement plus complexes : si notre code était plus complexe, le **Quartus** réussirait de toute façon à le synthétiser, certainement en nous faisant gagner beaucoup de temps pour trouver une solution.

*rien à voir avec le cholestérol !

La logique combinatoire

Par logique combinatoire, ou réseau combinatoire, ou circuit combinatoire on entend en général un circuit numérique :

- possédant une ou plusieurs entrées et une ou plusieurs sorties ;
- représentant une fonction logique dont les seules valeurs peuvent être **0** ou **1** (**V**rai ou **F**aux, niveau bas ou niveau haut de tension) ;
- dont les sorties peuvent varier exclusivement selon l'état des entrées et selon la fonction logique implémentée ; cela veut dire que dans le réseau on n'a pas de rétroaction ou d'éléments de mémoire.

On parle en outre de :

- logique **positive**, quand les signaux sont actifs «hauts», c'est-à-dire quand on a un **1** ou, de manière équivalente, quand le niveau de tension est **haut** ;
- logique **négative**, quand inversement les signaux sont actifs «bas», c'est-à-dire quand on a un **0** ou, de manière équivalente, quand le niveau de tension est **bas**.

La seconde représentation pourrait sembler peu sensée à première vue : en réalité elle est très utile en certaines occasions pour différentes raisons.

Prenons comme d'habitude un exemple. Supposons que nous voulions allumer une LED avec notre dispositif, ce que vous ferez très vite avec vos programmations si vous continuez à lire cet article (ce que nous souhaitons !). Normalement, pour des raisons technologiques liées aux propriétés du **silicium**,

matériau dont sont constitués 99% des chips du commerce, les transistors canal **N** sont plus faciles à réaliser et, avec un encombrement moindre, ils peuvent supporter des courants plus élevés que les transistors canal **P**.

Généralement, cependant, quand ils sont activés pour allumer un dispositif comme une LED (ou un beeper, ou un afficheur, etc.), ils mettent la sortie à la masse, c'est-à-dire que leur sortie est alors active au niveau logique bas.

Par conséquent la LED s'allumera quand la sortie du dispositif (lequel sur les broches de sortie aura seulement des transistors canal **N** capables de supporter les courants nécessaires) sera au niveau logique bas.

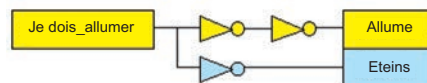
Dans la description d'un circuit combinatoire on a deux macrophases :

1 - l'analyse, durant laquelle s'exprime la fonction logique souhaitée en une forme adaptée (algèbre booléenne, VHDL, etc.) ;

2 - la synthèse, durant laquelle la fonction précédemment décrite est implémentée avec un circuit numérique constitué de portes logiques plus ou moins élémentaires (**AND**, **OR**, **NOT**, **XOR**, **XNOR**, etc.).

Le passage de l'analyse à la synthèse n'est pas univoque, c'est-à-dire que, comme dans la vie quotidienne, il peut exister différentes manières de résoudre le même problème : en électronique il peut y avoir différentes façons d'implémenter la même fonction logique.

Pour mieux comprendre le banal exemple précédent, le même morceau de code pouvait être implémenté de manière certainement non optimisée mais fonctionnellement identique comme ci-dessous :



Avant la diffusion en masse des circuits à haute densité d'intégration, comme par exemple les **PLD** et des logiciels correspondants capables d'effectuer

automatiquement la synthèse en partant d'un code écrit d'une manière déterminée, il n'était pas rare de trouver les concepteurs avec du papier et un stylo en train de dessiner des cartes (appelées de Karnaugh, nom de l'inventeur), en train d'écrire de longues fonctions booléennes et à les simplifier en les décomposant en éléments simples comme **AND**, **OR**, **NOT**, **XOR**, **XNOR**, etc. à interconnecter une par une.

Comme il existe beaucoup de lois et de méthodes que nous ne verrons pas en détail (par exemple les lois de Morgan ou la méthode de Quine - McCluskey, ou les cartes évoquées ci-dessus) qui règlent les expressions analytiques booléennes et comme elles sont automatisables, avec le temps on a créé et affiné des logiciels ad hoc.

Ces logiciels aujourd'hui permettent d'obtenir de très bons résultats en peu de temps, avec de petits tours de main de la part du concepteur.

Mais faisons un panoramique de quelques portes logiques parmi les plus courantes et les plus utilisées, en les décrivant du point de vue **symbolique**, **logique** et même **matériel** (dans une des innombrables implémentations possibles) : **XOR** et **XNOR**.

Nous vous conseillons de vous procurer, si vous ne les avez pas déjà sous la main, les numéros **101** et **102** d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**, dans lesquels nous vous avons présenté le programmeur pour **CPLD EN1685**.

Le OU exclusif (Exclusive-Or) XOR

Représente une fonction logique à **deux entrées** et une **unique sortie** qui vaut '1' si une seule de ses entrées vaut '1'.

Pour faire un parallèle littéraire, le OU exclusif est comme le «**aut**»* latin (ou bien/ou bien, une chose ou bien l'autre mais pas les deux) : «Aut Caesar aut nihil», Je serai César [= le premier] ou rien. Par exemple : je me demande si pour cette toute dernière rencontre

sportive en finale ce sera Pierre ou Hans le vainqueur, par contre je sais bien que ce ne sera pas les deux !

Ce sera Pierre ou [ou exclusif **XOR**] Hans. En revanche dans la phrase : «J'ai soif, je voudrais bien un verre d'eau plate ou gazeuse», le **OU** est non-exclusif [symbole logique **OR**]*.

Une autre interprétation du comportement de cette porte logique est donnée par l'observation qu'en fait elle **compare les entrées** et s'active seulement si elles sont différentes.

Nous verrons que cette caractéristique est à la base de la construction de blocs de calcul** comme les comparateurs, les sommateurs, etc.

En définitive la **table de vérité** pour un **XOR** à deux entrées est la suivante :

A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

* Pour mémoire en latin le OU non exclusif est rendu par le mot «vel».

** ou blocs computationnels, mais ce mot n'est pas très employé en Français où on a choisi de nommer le computer – celui qui calcule – «ordinateur» au lieu de computer.

Le OU exclusif inversé (Exclusive-Nor ou Equivalence) XNOR

Comme le **NAND** et le **NOR** par rapport au **AND** et au **OR**, il est l'inverse du **XOR** et on l'appelle **Equivalence**, parce qu'en effet il active la sortie seulement si les entrées sont égales.

La **table de vérité** d'un **XNOR** est la suivante :

A	B	A XNOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Figure 1 : Dans ce dessin nous avons représenté la structure interne de la porte XOR. Comme vous pouvez le voir, la porte peut être vue intérieurement comme un autre circuit numérique combinatoire.

Figure 2 : Structure interne de la porte XNOR. Même cette porte peut être vue comme un autre circuit numérique combinatoire. Cette même structure peut être vue comme une XOR dont la sortie pilote une NOT.

Figure 3 : Schéma de base du composant.

Figure 4 : La structure interne d'un décodeur est un circuit combinatoire ayant pour fonction de decoder le code numérique d'entrée en un code numérique de sortie.

DECODEUR (binaire-décimal) ou DECODER

C'est un composant ayant un nombre **n** d'entrées, tel que **$n \geq 1$** (soit **n égal** ou **supérieur à 1**) et au maximum **2^n** sorties (**2 exposant n**).

En fonction de la sélection des entrées de contrôle, il est possible d'activer une unique sortie à la fois.

Il est très utilisé surtout pour l'adressage binaire, comme dans le domaine des mémoires, parce qu'il est possible de sélectionner un grand nombre de sorties avec un nombre exponentiellement plus petit d'entrées.

Par exemple, quand un micro à **32 bits** veut lire le contenu d'une adresse de mémoire, avec «**seulement**» **32** signaux de contrôle (les 32 bits de l'adresse) il parvient à sélectionner jusqu'à **$2^{32} = 4$ Go** de données grâce aux décodeurs intégrés dans la mémoire (c'est, par exemple, la raison pour laquelle les **PC** normaux avec systèmes d'exploitation et microprocesseurs à **32 bits** ne sont pas capables d'adresser plus de **4 Go** de **RAM**).

La **table de vérité** d'un **décodeur à deux entrées et quatre sorties** est la suivante :

I ₁	I ₀	Y ₀	Y ₁	Y ₂	Y ₃
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

CODEUR (décimal-binaire) ou ENCODER

C'est un composant ayant «**n**» **sorties** et au maximum **2^n** **entrées**, qui doivent être actives au maximum une à la fois. C'est pratiquement le contraire du décodeur et, en fonction de l'entrée activée, les sorties prennent sa forme binaire codifiée.

Comme pour le décodeur, divers types de codage et de décodage peuvent

exister, mais ici nous nous sommes limités au binaire.

La **table de vérité** d'un **codeur à 2 bits** est la suivante :

I ₃	I ₂	I ₁	I ₀	Y ₁	Y ₀
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

Ce composant peut aller d'un **minimum** de **2 entrées** à un maximum **indéfini**.

Les composants suivants que nous allons vous proposer sont une application du décodeur.

Comme vous pouvez le voir, à l'intérieur du circuit logique il est possible de reconnaître un schéma vu précédemment pour le décodeur lequel, géré différemment, réalise les fonctions logiques de **multiplexeur** et de **démultiplexeur**.

Le multiplexeur MUX (Multiplexer)

Composant logique ayant **deux** ou **plusieurs entrées principales**, une **unique sortie** et un **nombre d'entrées de contrôle dépendantes** biunivoquement du nombre d'entrées principales.

En particulier, cette relation est le codage binaire classique où :

$$\text{Nbr d'entrées} = 2^{\text{Nbr signaux contrôle}}$$

le **Nbr d'entrées** sera **2 exposant** le **Nbr signaux contrôle**.

Par exemple, si ce dernier est **4** nous aurons :

$$\text{Nbr d'entrées} = 2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$$

Avec les signaux de contrôle on sélectionne au fur et à mesure une unique entrée qui sera reliée à la sortie. Si, par exemple, on a **4** entrées principales, deux signaux de contrôle sont nécessaires pour en sélectionner univoquement une.

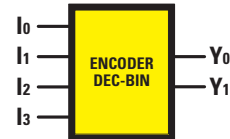


Figure 5 : Schéma de base du composant.

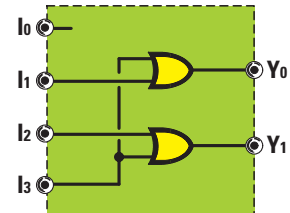


Figure 6 : Les codeurs ont une fonction inverse de celle du décodeur. Dans notre cas, nous convertissons un code décimal d'entrée et le décodons en un code binaire de sortie.

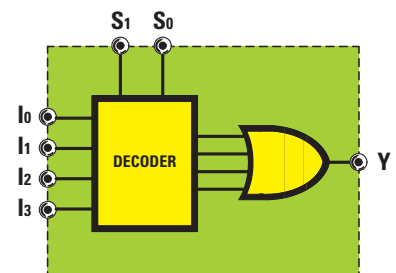


Figure 7 : Le multiplexeur est constitué intérieurement d'un décodeur avec plusieurs entrées - nous verrons sa structure interne plus loin - et avec les sorties gérant une porte OR avec un nombre d'entrées égal à ces sorties.

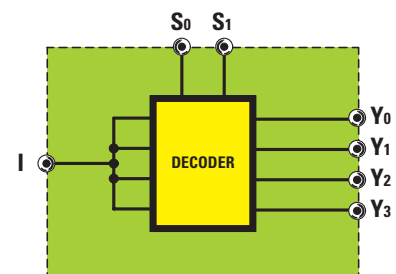


Figure 8 : Le démultiplexeur est constitué intérieurement d'un décodeur avec les entrées unifiées - nous verrons sa structure interne plus loin - et avec les sorties acheminées directement vers l'extérieur du composant.

Figure 9 : Schéma de base du composant.

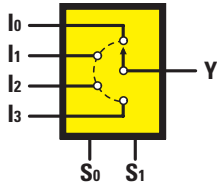
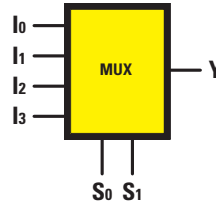


Figure 10 : Schéma synoptique interne du multiplexeur. Le multiplexeur peut être vu comme un interrupteur qui choisit les entrées comme un commutateur positionné par les signaux de contrôle S0 et S1.

Figure 11 : À droite est reproduite graphiquement la structure interne du composant multiplexeur.

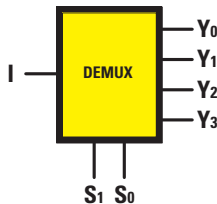
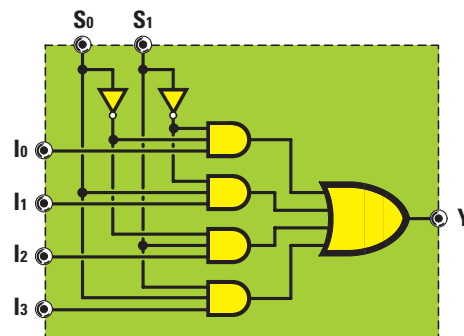


Figure 12 : Schéma de base du composant.

étant appelée **I**, **S0**, **S1** les signaux de contrôle et **Y0**, **Y1**, **Y2**, **Y3** les sorties, la **table de vérité** est la suivante :

S ₁	S ₀	Y ₀	Y ₁	Y ₂	Y ₃
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

Les signaux de contrôle permettent de sélectionner la sortie sur laquelle doit être déplacée la logique d'entrée.

Pour ce composant aussi, on part d'un **minimum** de **2** sorties pour atteindre un **maximum indéterminé**. En augmentant les entrées on **augmente** le nombre des signaux de contrôle.

Le nouveau projet

Essayons maintenant de dessiner une des fonctions logiques avec **Quartus II** : nous construirons un **décodeur à 2 bits**.

Le but de l'exercice est de vous faire acquérir une certaine dextérité dans l'utilisation des outils (**tools**) et de vous faire comprendre comment il est possible d'implémenter dans une **CPLD** n'importe quelle fonction logique plus ou moins complexe.

Par exemple, en dessinant ce décodeur vous aurez reconstruit une moitié de **74LS139** (deux décodeurs à 2 bits intégrés en un IC à 16 broches).

Pour simplifier les choses on a créé un montage vide contenant seulement les **settings** (paramétrages) de **base** pour configurer correctement la **CPLD** et les **broches** d'entrée et de sortie matérielles de votre kit. Copiez à partir du **CDRom** le dossier «**décodeur**» par exemple en **C:\CPLD\décodeur**. Ouvrez ensuite le **Quartus II**, allez dans le menu **FileOpen Project** et ouvrez le fichier du montage «**décodeur.qpf**» que vous venez de copier sur votre disque dur.

Faites ensuite un clic sur l'icône «**décodeur**» et à gauche de l'écran : vous devriez voir une situation semblable à celle de la figure 15, où sont présentes

Si on appelle **I0**, **I1**, **I2**, **I3** les entrées, **S0**, **S1** les signaux de contrôle et **Y** la sortie, la **table de vérité** pour un **multiplexeur** de ce genre est la suivante :

S ₁	S ₀	Y
0	0	I ₀
0	1	I ₁
1	0	I ₂
1	1	I ₃

Les entrées **I0**, **I1**, **I2**, **I3** sont attribuées à la sortie **Y** en fonction des valeurs attribuées aux signaux de contrôle **S1**, **S0** comme dans le tableau.

Le symbole est relatif à **4 entrées** seulement, mais on peut aller jusqu'à un **minimum** de **2** et à un **maximum indéterminé**.

Quand on augmente le nombre d'entrées on **augmente** aussi le nombre des signaux de contrôle.

Le démultiplexeur DEMUX (DeMultiplexer)

Comme son nom l'indique, il s'agit d'un **multiplexeur inversé**, c'est-à-dire qu'il a une unique entrée principale, un ou plusieurs signaux de contrôle et un nombre de sorties dépendantes biunivoquement de ces signaux selon la relation :

$$\text{Nbr de sorties} = 2^{\text{Nbr signaux contrôle}}$$

Pour un **demux** avec deux signaux de contrôle et quatre sorties, l'entrée

exclusivement les **broches** de **I/O** (en Français E/S), les **outputs** reliés à **VCC** parce que, étant en logique inversée, nous maintenons **éteintes** tous les LED et le beeper qui serait activé sans cette modalité. En effet, la **CPLD**, par défaut si elle n'est pas pilotée, met ses sorties à la masse.

Attention : modifier le «**pinout**» (**distribution In/Out**) – en Français la configuration des broches d'entrée et de sortie – du schéma, c'est-à-dire interchanger les entrées avec les sorties ou chercher à piloter les entrées, peut être destructif pour la **CPLD** parce que le compilateur ne sait pas comment les broches de cette dernière sont effectivement **câblées** sur la **PCB**, mais nous lui disons en définissant les **inputs** et les **outputs**.

Par conséquent notre **distribution des entrées et sorties** nous protège contre les erreurs au moment où nous allons réaliser le montage présent dans le CD-Rom.

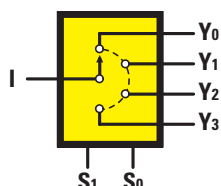


Figure 13 Schéma synoptique interne d'un démultiplexeur. Le démultiplexeur peut être vu intérieurement comme un interrupteur lequel, contrôlé par les signaux de contrôle, se positionne sur la sortie désirée.

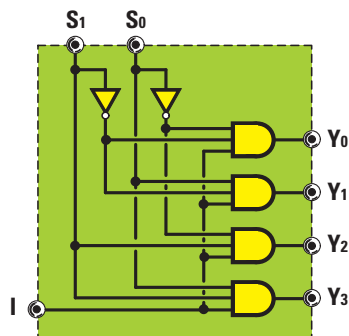


Figure 14 : À gauche est reproduite graphiquement la structure interne du démultiplexeur.

Si nous changeons le paramétrage des broches, **QUARTUS II** pourrait ne pas signaler des erreurs qui en réalité viennent de nous parce qu'elles ne sont pas conformes avec le matériel sur **PCB**, c'est-à-dire notre **platine EN1686**.

La sortie **beeper** doit être pilotée avec une onde carrée, comme vu dans l'exemple «**Self_Test**» et normalement elle doit être reliée à **VCC**. Cela parce que le beeper émet la fréquence de pilotage, mais si en entrée on a une valeur basse fixe, il se comporte comme un court-circuit entre **VCC** et **GND** qui se ferme à travers la **CPLD** : cela pourrait conduire à la destruction de la broche qui devrait alors fournir un fort courant.

Ceci étant dit, commençons à implémenter le circuit du décodeur binaire comme décrit au paragraphe précédent en choisissant, par exemple, d'utiliser **P4** et **P5** comme entrées et **DL1**, **DL2**, **DL3**, **DL4** comme sorties.

Commencez à insérer les symboles dont vous avez besoin pour la réalisation du montage, en particulier les **AND** et les **NOT**.

Vous pouvez aussi n'en insérer qu'une instance par composant logique et ensuite répliquer celles dont vous avez besoin avec un simple copié-collé.

Avant tout, prenons les **NOT** et **inversions** les entrées et les sorties afin de pouvoir raisonner en **logique positive** : le résultat est visible à la figure 16.

Note : la mise à jour de **Altera Quartus II** peut être téléchargée sur le site :

https://www.altera.com/support/software/download/sof-download_center.html

Si nous suivons le schéma d'un décodeur standard et considérons (par commodité visuelle en fonction de la disposition des composants sur le kit) **P5** comme **bit0** et **P4** comme **bit1** et **DL1-4** les sorties habilitées par le décodeur de manière croissante, le schéma résultant devrait ressembler à celui de la figure 17.

Si nous compilons et programmons la **CPLD** nous devrions voir :

DL1 normalement allumé car aucun des deux poussoirs n'est pressé et c'est donc la première sortie qui est sélectionnée (c'est-à-dire entrée décodeur «**00**») ;

DL2 s'allume en pressant seulement **P5** (c'est-à-dire entrée décodeur «**01**») ;

DL3 s'allume en pressant seulement **P4** (c'est-à-dire entrée décodeur «**10**») ;

DL4 s'allume en pressant les deux poussoirs (c'est-à-dire entrée décodeur «**11**»).

Il faut noter que l'entrée d'**horloge «clock»** est présente car physiquement connectée sur la **PCB**, mais elle **n'est pas** utilisée pour ce montage ; ce qui s'explique par le fait que le **montage est purement combinatoire** et que donc une horloge n'y servirait à rien.

En ce qui concerne les portes **XOR** et **XNOR**, nous proposons un exemple simple grâce auquel vous pourrez essayer les tables de vérité.

En vous servant des poussoirs **P2** et **P3**, vous pouvez utiliser la porte **XOR** et en tester la table de vérité correspondante.

Vous pouvez faire la même chose avec la porte **XNOR** en utilisant les poussoirs **P4** et **P5**.

Les sorties des deux portes **XOR** et **XNOR** sont respectivement visualisées sur les LED **DL1** et **DL2**.

Exercice 1

Souvent la logique en général et le décodeur en particulier possèdent un «**output enable**» c'est-à-dire un signal qui active ou désactive un chip tout entier ou un composant ou un bloc logique.

Modifier le circuit du décodeur en utilisant un autre input come «**output enable**».

Suggestion : les **AND** à 2 entrées peuvent être remplacées par des **AND** à 3 entrées de manière à pouvoir accepter l'autre input.

Exercice 2

Implémenter un **codeur binaire** à 2 bits en nommant **P5-P2** les entrées et **DL1-DL2** les sorties codées.

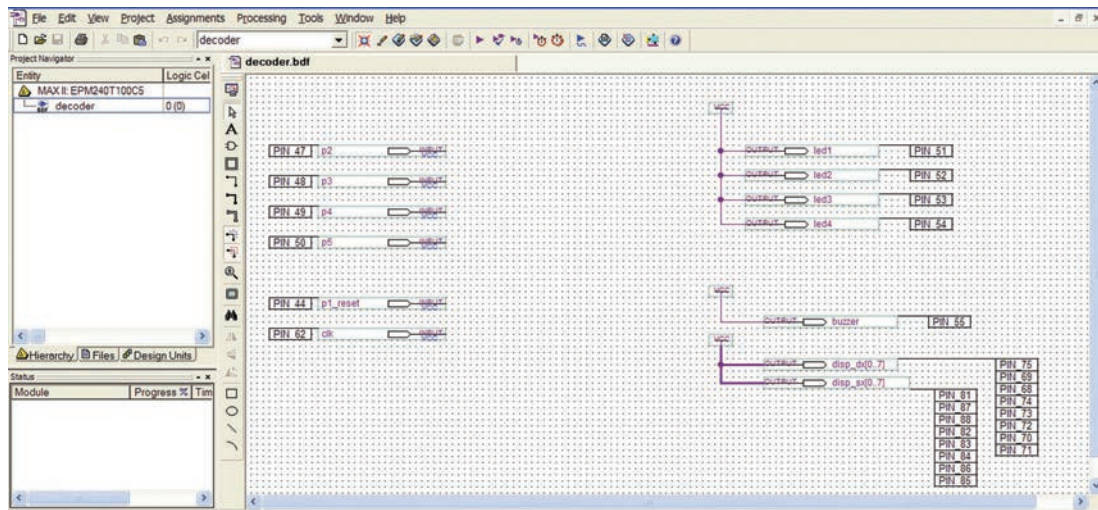


Figure 15 : Distribution des entrées et des sorties à l'intérieur du montage en Quartus II. Cette distribution des entrées et des sorties est relative à la platine EN1686 et donc, en partant d'elle, vous pourrez commencer à créer vos montages.

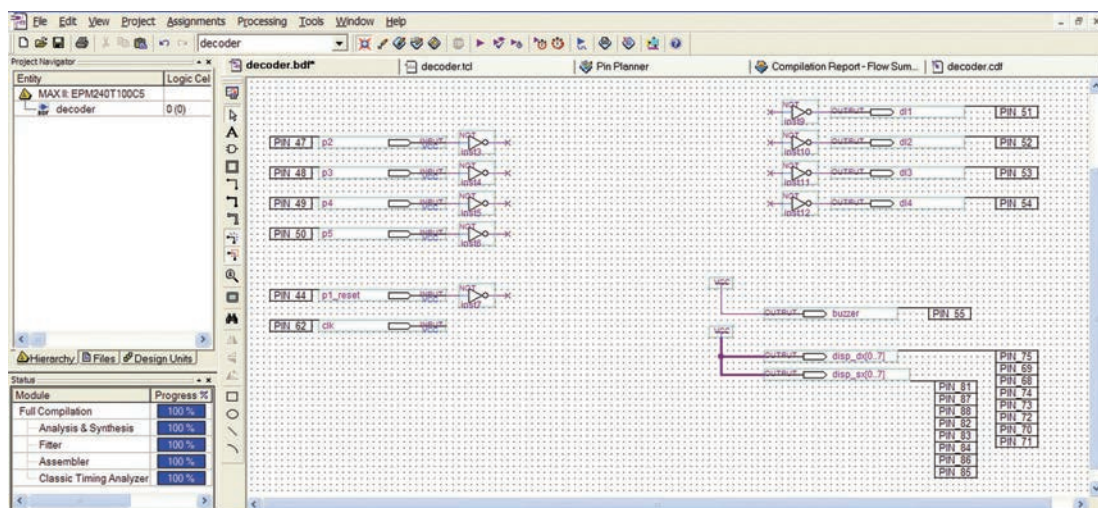


Figure 16 : Ici on a visualisé l'insertion des portes NOT sur les entrées et sur les sorties des LED pour les inverser et pour pouvoir raisonner ainsi en logique positive.

En particulier si **P5** est actif, les deux LED restent éteintes (en effet, c'est la condition par défaut), si **P4** est actif seule **DL1** s'allume, si **P3** est actif seule **DL2** s'allume, si **P2** est actif les deux LED s'allument.

Comment fonctionne le Quartus II ?

Vous vous demandez certainement, en compilant vos montages, ce que fait le **Quartus II**, alors que vous voyez défiler

les divers pourcentages à gauche de votre moniteur.

Dans ce paragraphe, nous verrons brièvement les opérations que le produit **Altera** accomplit avant d'arriver au fichier de programmation **.pof** ; ces opérations, fondamentalement, sont communes à tous les logiciels qui ont en input du code de description matérielle et restituent à la sortie des fichiers de programmation pour **CPLD** et **FPGA**.

Le flux de compilation du **Quartus** en particulier est composé des étapes principales suivantes :

1. Création du projet

C'est la partie qui concerne le plus l'utilisateur car c'est dans cette étape que le montage est défini et développé.

Il est possible de décrire le circuit équivalent de trois manières différentes, non exclusives et parfaitement intégrées :

- par l'intermédiaire du **schématique** (logiciel graphique), en insérant et interconnectant graphiquement des blocs simples comme portes logiques élémentaires (**AND**, **OR**, **NOT**, etc.) et

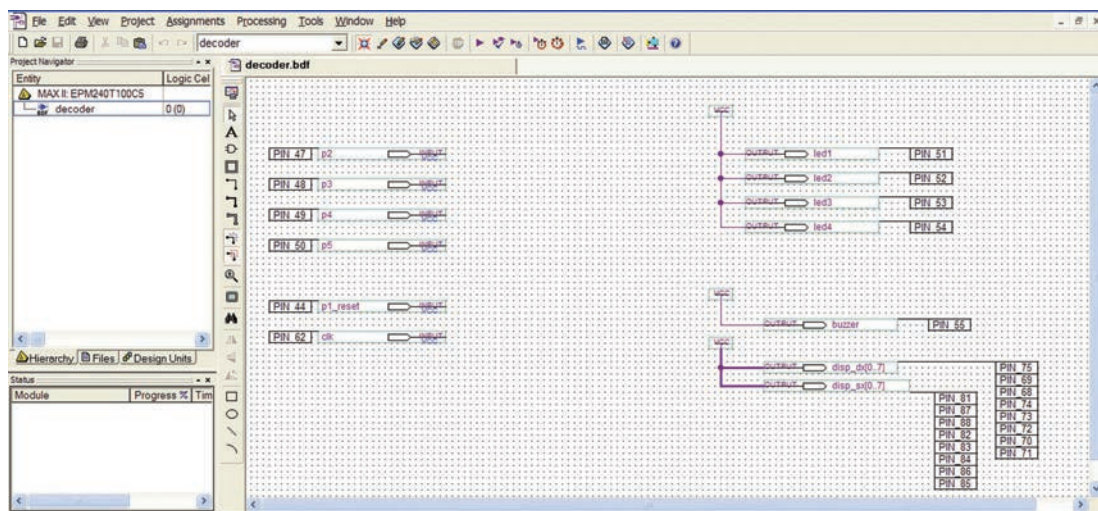


Figure 17 : Vue du décodeur binaire-décimal complet à 2 bits dessiné avec le logiciel graphique du Quartus II. À partir de la combinaison logique d'entrée, nous obtenons l'allumage d'une unique LED comme le prévoit la table de vérité.

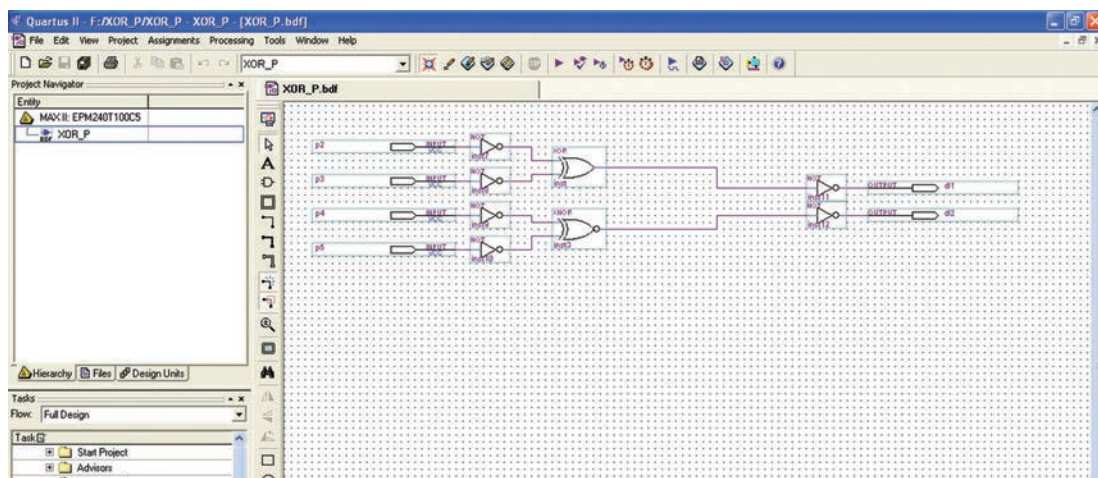


Figure 18 : Quand le circuit a été réalisé, une fois cartographié dans la CPLD, il permet de tester les tables de vérité des deux portes logiques. Vous pouvez utiliser les poussoirs pour fournir les valeurs logiques de 1 et 0 et voir sur les LED le résultat des opérations logiques.

des registres plus complexes comme les compteurs ou des blocs arithmétiques (sommateurs, multiplicateurs, etc.) ;

- par l'intermédiaire du **Altera Megafonctions** ou bibliothèques («libraries») paramétrisées de modules (LPM), en insérant des macroblocs déjà synthétisés et optimisés par Altera et qui remplissent des fonctions complexes.

Ce module permet de paramétrer des fonctions complexes que l'on peut insérer dans notre montage en fonction de nos exigences ;

- par l'intermédiaire de l'écriture de **code**, en particulier VHDL, VERILOG, entre autres. Nous utiliserons surtout le **VHDL** pour de multiples motifs : il est **universel** et «**portable**», dans le sens où il n'est pas lié à un environnement de développement particulier comme le **Quartus** ou à un **PLD** particulier mais, s'il est écrit correctement, il est synthétisable pour n'importe quel dispositif ; une fois appris, il est plus **com-mode** à utiliser que le schématique ; il est plus **puissant** et **flexible** car souvent on n'a pas besoin de savoir de quels composants le circuit que l'on veut réaliser se compose, il suffit de décrire le comportement qu'il aura à ses bornes.

Après la description du montage, on peut définir des liens pour le compilateur, comme par exemple la disposition des broches ou le choix du dispositif sur lequel cartographier le circuit. Quand nous lançons la compilation, tous les autres étaps sont effectuées automatiquement si le code est écrit correctement.

2. Analyse et synthèse

Une vérification de conformité formelle et lexicale du code et la compatibilité des liaisons sont effectuées afin d'éviter des conflits matériels.

RAPPELS POUR MEMOIRE

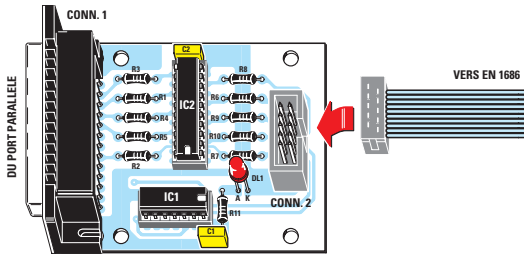


Figure 20 : Schéma d'implantation des composants de la platine du programmeur EN1685 à relier par une nappe à dix fils à la platine EN1686 ci-dessous.

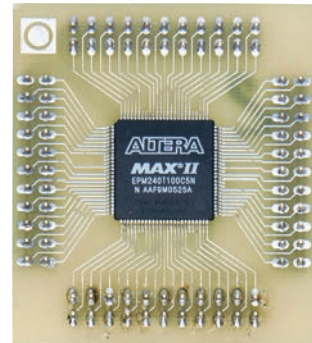
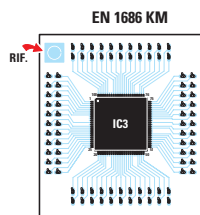


Figure 21 : Voici le minuscule circuit intégré CMS disponible tout monté sur la platine EN1686KM.

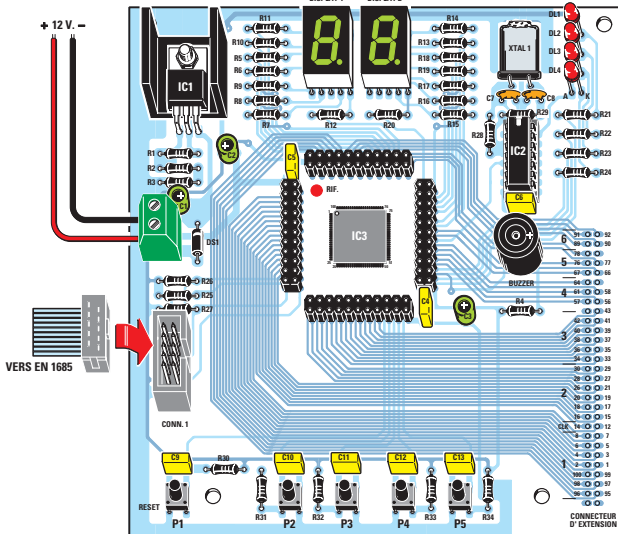


Figure 22 : Et voici la platine EN1686. Le connecteur central à 4 éléments en carré reçoit le circuit intégré CMS EN1686KM ci-dessus : vérifiez bien que le point de référence est bien situé en haut à gauche (point rouge sur le dessin).

Si aucune erreur n'est détectée, le montage est synthétisé, c'est-à-dire qu'il est interprété et décomposé en fonctions booléennes et «gates» simples et par suite en matériel implémentable à l'intérieur du **PLD** sélectionné. Cette étape terminée, une série de reports sur les caractéristiques du circuit, sur les registres nécessaires, sur la logique combinatoire et sur les machines à états produites en interprétant le code est effectuée.

3. Place & Route (cartographie)

L'outil (**tool**), en utilisant des stratégies complexes, cherche à adapter à la

structure interne de la **CPLD** le matériel décrit et de créer une structure optimisée de manière à utiliser le plus petit nombre de **LE** (Logic Elements) en un espace physique le plus étroit possible.

Au moyen de ces stratégies, les retards de propagation du signal et des capacités distribuées dues aux lignes de communication internes au dispositif sont réduits.

C'est l'étape la plus critique parce que c'est là que le circuit définitif est effectivement créé et que sont définies les prestations.

Il existe une série de stratégies pour réduire les efforts que doit accomplir le compilateur lors de l'organisation des connexions et donc pour augmenter les prestations et optimiser le montage.

Par exemple, on pourrait penser à synthétiser des blocs plus critiques à part et ensuite les insérer dans un montage plus grand comme des macroblocs «intouchables», c'est-à-dire à utiliser tels quels.

Il y a beaucoup d'autres méthodes mais l'optimisation des circuits dépasse le cadre de cet article.

4. Simulation

Nous pouvons maintenant effectuer les analyses fonctionnelles et temporelles du circuit. Avec les premières l'utilisateur s'assure que le code écrit remplit effectivement les fonctions pour lesquelles il a été conçu.

La simulation fonctionnelle peut dans certains cas demander plus de temps que la conception, car les formes d'onde adéquates doivent être fournies à l'entrée du circuit pour vérifier que les sorties donnent bien les valeurs attendues et parfois ce peut être une chose pas banale.

L'analyse temporelle est effectuée par le **Timing Analyzer** qui produit une série de rapports sur les retards temporels entre les différents signaux du circuit.

On peut observer les retards registre-registre et en particulier le retard maximum entre deux registres, le retard de propagation maximum entre une broche d'entrée et une broche de sortie, le retard maximum que l'on a entre le front d'horloge et l'apparition du signal à la sortie d'un registre sur une broche de sortie.

Le maximum entre ces retards est la **fréquence maximale** à laquelle le **PLD** où ce circuit a été programmé peut travailler.

5. Programmation et configuration

Enfin, une fois la vérification fonctionnelle et la vérification des temporisations effectuées, il est possible de programmer le circuit ainsi réalisé sur la **PLD** précédemment sélectionnée au moyen du **programmeur** (voir les figures 20-21-22).

La programmation se fait, dans notre cas, par l'intermédiaire du câble de **download ByteBlaster II** de **Altera**, connecté au port parallèle et relié en mode **JTAG (Joint Test Action Group)** à la platine de test sur laquelle se trouve la **CPLD MAX II**. Le **ByteBlaster II** est essentiellement un pilote bidirectionnel pour la communication entre le port parallèle de l'**ordinateur** et la **CPLD**.

Le standard JTAG est constitué principalement d'une programmation série de tous les registres de la CPLD : étant donné que toutes les données entrantes

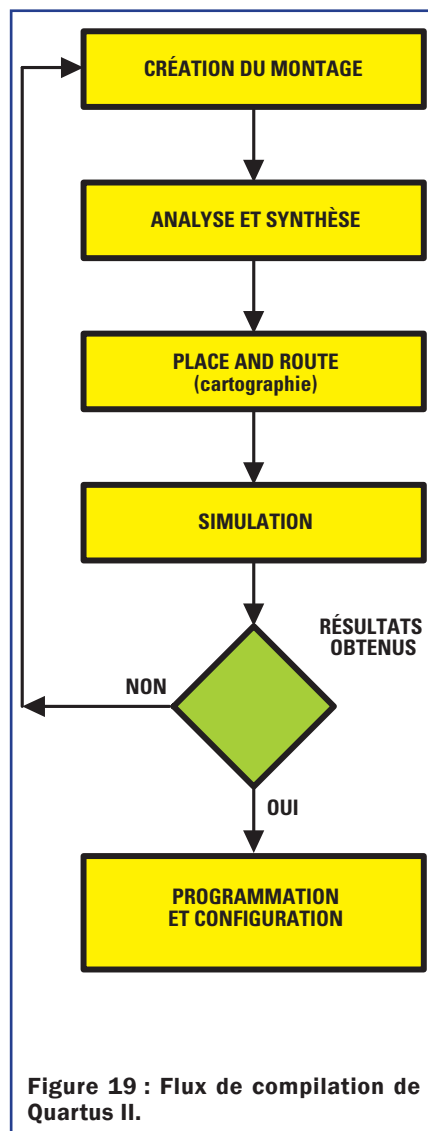


Figure 19 : Flux de compilation de Quartus II.

sont automatiquement renvoyées à l'ordinateur, c'est même une manière pour tester le chip.

Comment construire ce montage ?

Ce programmeur CPLD **EN1685-1686** est disponible chez certains de nos annonceurs. Le logiciel est fourni avec le matériel. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/120.zip>

Surveillance SYSTÈME WIRELESS



AVMOD16N1 149,00 €



CAMSETW8 165,00 €



CP326 286,00 €

COMELEC

CD 908
13720 BELCODÈNE
Tél. : 04 42 70 63 90

www.comelec.fr

Comelec 09 / 2012 Photos non contractuelles. Publicité valable pour les mois de parution. Prix exprimés en euro toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions.

Un montage à ultrasons intéressant

Si vous voulez vous amuser, réalisez ce circuit à deux capsules ultrasoniques. La fréquence générée par la capsule émettrice n'est pas audible parce qu'elle travaille à 40 kHz. Grâce à ce montage, vous découvrirez comment produire les 40 kHz à envoyer à la capsule émettrice et comment amplifier le signal capté par la capsule réceptrice.



Tout le monde sait probablement que les capsules **ultrasoniques** fonctionnent à une fréquence d'environ 40 kHz et que cette fréquence élevée **n'est pas audible** par l'oreille humaine. Même si dans le passé les capsules **ultrasoniques** ont été employées dans beaucoup de projets industriels, personne ensuite n'en a plus parlé et c'est pourquoi nous avons décidé de vous les proposer avec ce circuit simple à **ultrasons**.

Quand vous l'aurez réalisé, vous comprendrez pourquoi les chauve-souris, qui volent la nuit dans l'obscurité la plus totale, peuvent éviter n'importe quel obstacle en utilisant le **radar ultrasonique** dont la nature les a dotées. Si vous en voulez une confirmation, posez ce montage sur le rebord d'une table et tournez le potentiomètre **R8** qui règle la **distance**. Vous verrez qu'en approchant des **deux capsules** un morceau de carton ou n'importe quel autre objet réfléchissant, le **relais** s'**activera** et la **LED DL1** s'**allumera** pour vous informer que le signal **ultrasonique** a été capté.

C'est pour cette caractéristique que les **ultrasons** sont souvent utilisés sur les petits **robots** afin de les faire s'arrêter lorsqu'ils rencontrent un obstacle, ou bien dans les **citerne**s et les **silos** pour en contrôler le remplissage. Dans ce dernier cas, en effet, en plaçant le circuit **ultrasonique** sur le couvercle du silo avec les capsules tournées vers le bas, quand un liquide ou bien une céréale atteignent le niveau de remplissage requis, le relais coupe la tension du **moteur** d'alimentation.

Dans certaines industries où les **ultrasons** sont utilisés comme **antivol**, ces circuits sont situés dans les points de passage obligé, par exemple les **couloirs**, de telle manière que n'importe qui, en passant devant, déclenche l'activation du relais et le retentissement de la sirène.

Pour utiliser les ultrasons comme **antivol**, nous mettons au point un **radar volumétrique** simple (nous en reparlerons dans un futur numéro d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**).

L'utilisation la plus courante de ce montage **ultrasonique** contrôlant la **distance** pourrait être de protéger notre automobile des chocs accidentels lors des manœuvres de garage.

Pour cela, le circuit est à fixer sur le mur du fond du garage, en le réglant de telle manière que lorsque la voiture se trouve à environ **10-15 cm** du mur, une **ampoule** s'allume ou bien un **buzzer** sonne pour nous avertir que nous sommes arrivés "en fin de course".

Sachant que les applications possibles des **ultrasons** sont infinies, nous nous arrêtons là et vous invitons à lire cet article pour apprendre comment fonctionnent un étage **émetteur** et un étage **récepteur**.

Le schéma électrique

Si vous regardez le schéma électrique de la figure 3, vous pourrez penser que ce que nous vous proposons est un circuit plutôt complexe...mais, si vous nous suivez bien, vous découvrirez qu'en réalité son principe de fonctionnement est facile à comprendre. Commençons la description par la **NAND IC1/A** qui est utilisée comme étage oscillateur.

En tournant le **trimmer R3**, sur sa broche de sortie (voir **TP1**) nous prélevons une onde carrée dont la fréquence peut varier d'un minimum d'environ **65 kHz** jusqu'à un maximum de **95 kHz** : ensuite cette fréquence est divisée par **deux** par le flip-flop **IC2/A**.

Ce trimmer **R3** est indispensable pour pouvoir **modifier** la fréquence générée, de manière à l'adapter à la **capsule réceptrice RX**. En effet, même si la fréquence de travail nominale des **capsules ultrasoniques** est de **40 kHz**, on ne nous dit pas que ces capsules, comme n'importe quel autre composant électronique, sont caractérisées par une **tolérance** spécifique et qu'elles peuvent travailler d'un **minimum** de **39 kHz** jusqu'à un **maximum** de **41 kHz**.

La fréquence générée par la **NAND IC1/A** est appliquée sur la broche **11**

de l'**horloge** (voir **CK**) du premier flip-flop **IC2/A**, lequel fournit sur ses deux sorties (voir broches **8-9**) un signal de **39-41 kHz** en **opposition** de phase, de manière à doubler la tension et par conséquent la puissance fournie par la **capsule émettrice TX**.

Sur les broches de la **capsule émettrice** arrive ensuite un signal d'environ **10 V crête/crête** dont la fréquence peut varier de **39 à 41 kHz**. Comme dans les **radars**, le signal transmis est **interrompu** par une **pause** afin de permettre au signal, **réfléchi** par un quelconque objet, de pouvoir atteindre la capsule **réceptrice RX**.

La fonction de **pause** est dévolue à la deuxième **NAND IC1/B** qui pilote la broche **13** de **Clear** (voir **CL**) du flip-flop **IC2/A** et, par l'intermédiaire de **IC1/D**, la broche **1** de **Clear** du flip-flop **IC2/B**.

En fait les **NAND IC1/B-IC1/D** servent à obtenir une **pause** d'environ **33 ms** entre les impulsions à la fréquence de **39-41 kHz**.

L'exemple de la figure 3 le montre, la **première** impulsion de **39-41 kHz**, d'une durée de **0,5 ms**, est suivie d'une **pause** de **33 ms**, on a ensuite une **deuxième** impulsion de **39-41 kHz**,



Figure 1 : Au dos de la capsule ÉMETTRICE se trouve le marquage 400ST. Les autres inscriptions ne sont pas significatives.



Figure 2 : Au dos de la capsule RÉCEPTRICE se trouve le marquage 400SR. Les autres inscriptions ne sont pas significatives.

Liste des composants EN1722

R1 100
R2 2,7 k
R3 2 k trimmer
R4 2,2 k
R5 680 k
R6 10 k
R7 4,7 k
R8 100 k pot. lin.
R9 1 M
R10 ... 10 k
R11 ... 820
R12 ... 4,7 k
R13 ... 4,7 k
R14 ... 100 k
R15 ... 10 k
R16 ... 820
R17 ... 3,9 k
R18 ... 100 k
R19 ... 68 k
C1 2,2 nF polyester
C2 100 nF polyester
C3 100 nF polyester
C4 220 nF polyester
C5 100 nF polyester

C6 100 nF polyester
C7 100 nF polyester
C8 100 µF électrolytique
C9 330 nF polyester
C10 ... 100 nF polyester
C11 ... 10 µF électrolytique
C12 ... 100 000 pF polyester
C13 ... 1 nF polyester
C14 ... 10 µF électrolytique
C15 ... 1,5 nF polyester
C16 ... 1,5 nF polyester
C17 ... 100 nF polyester
DS1 ... 1N4148
DS2 ... 1N4148
DS3 ... 1N4007
DS4 ... 1N4148
DS5 ... 1N4148
DL1 ... LED
TR1 ... NPN BC.547
IC1 TTL 74 HC 132
IC2 TTL 74 HC 74
IC3 TTL 74 HC 132
IC4 MC78L05
IC5 TL081
IC6 TL082
RL1 ... relais 12 V 1 c.
TX capsule à ultrasons SE5.2
RX capsule à ultrasons SE5.1

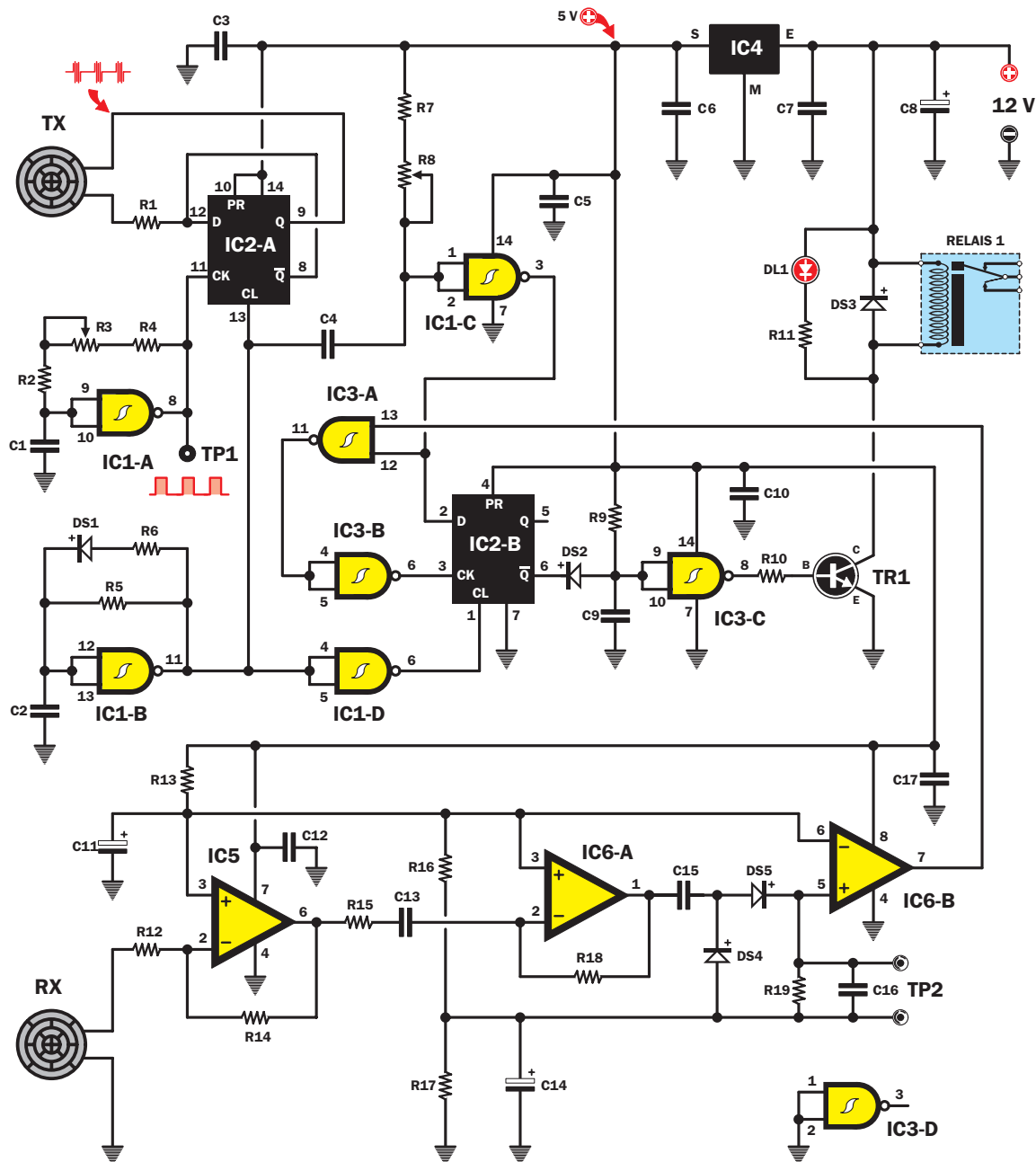


Figure 3 : Schéma électrique de l'étage émetteur TX et de l'étage récepteur RX du montage à deux capsules ultrasoniques, lesquelles fonctionnent à environ 40 kHz. Le point de test TP1 sert à contrôler la fréquence générée par l'oscillateur IC1/A fonctionnant à environ 80 kHz. Le point de test TP2 sert à mesurer l'amplitude du signal réfléchi capté par la capsule RX. Le trimmer R3 sert à régler la fréquence générée par IC1/A, alors que le potentiomètre R8 sert à modifier la valeur de la distance. Puisque la porte IC3/D n'est pas utilisée, ses entrées 1-2 sont mises à la masse.

toujours de **0,5 ms** à laquelle succède une nouvelle **pause** de **33 ms** et ce cycle se répète continuellement (voir les figures 4 et 5).

Puisque la **vitesse** d'une fréquence **ultrasonique** est d'environ **340 mètres** à la **seconde**, nous pouvons affirmer qu'en un temps de **1 ms** elle parcourt une distance de :

$$340 \times (1 : 1\,000) = 0,34 \text{ m}$$

Donc en **33 ms** le signal **ultrasonique** pourra couvrir une distance de :

$$0,34 \times 33 = 11,22 \text{ m}$$

Comme le signal **capté** est **réfléchi**, la distance est **divisée par deux** du simple fait que le signal transmis par la

capsule **TX**, dès qu'il rencontre un obstacle, **retourne** à la capsule **réceptrice RX**. De ce fait, en **théorie**, la distance de travail **maximale** ne pourra jamais dépasser :

$$11,22 : 2 = 5,61 \text{ m}$$

Il faut de toute façon avoir à l'esprit que plus la distance augmente, plus le signal

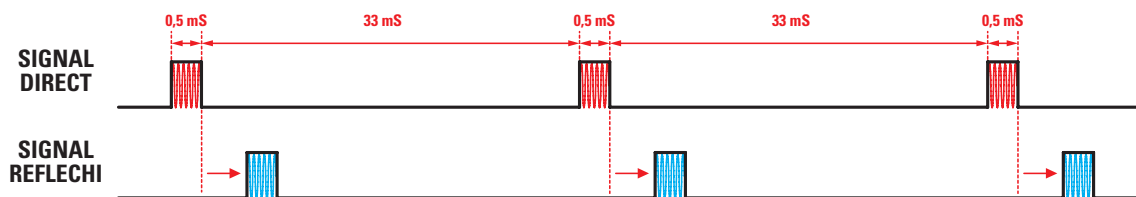


Figure 4 : La capsule émettrice irradie les 40 kHz pendant 0,5 ms, on a ensuite une pause de 33 ms pour laisser au signal réfléchi un temps suffisant pour atteindre la capsule réceptrice. Cette émission des 40 kHz pendant 0,5 ms suivie d'une pause de 33 ms se répète continuellement.

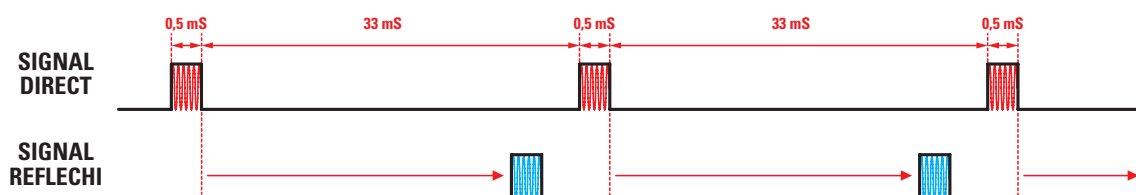


Figure 5 : Si l'impulsion des 40 kHz rencontre un obstacle très proche, il retourne presque tout de suite vers la capsule réceptrice (voir figure 4), tandis que s'il rencontre un corps réfléchissant à une distance de quelques mètres, il atteint la capsule réceptrice quelques ms avant que la deuxième impulsion à 40 kHz ne soit envoyée (dessin ci-dessus).

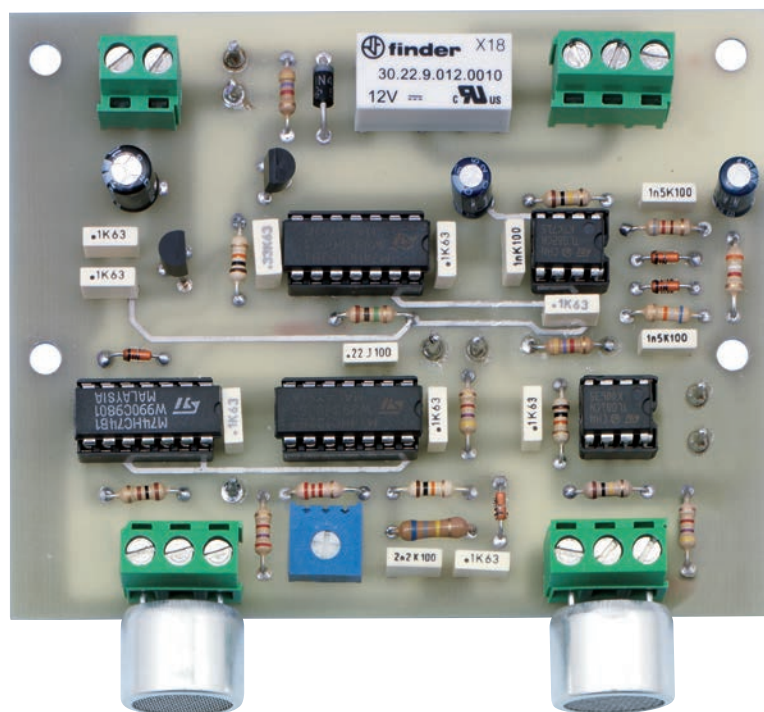


Figure 6 : Photo d'un des prototypes de la platine EN1722. Sur ce circuit nous avons effectué des modifications afin d'en améliorer les prestations techniques. Les capsules sont fixées aux borniers à 3 pôles visibles en bas.

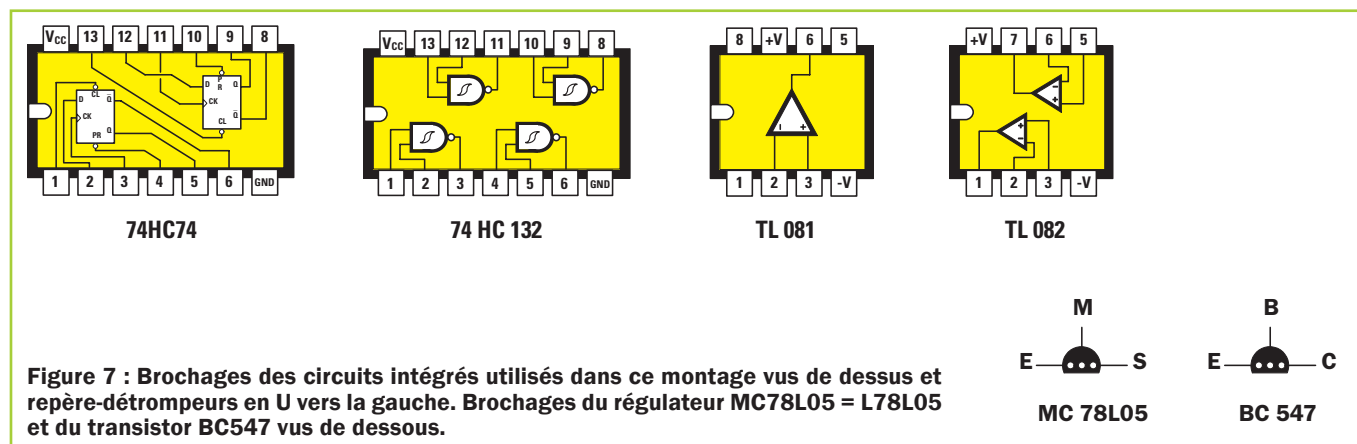
réfléchi s'atténue et que si le signal **ultrasonique** rencontre une surface **absorbante**, l'atténuation augmente. En fait on peut considérer comme fiable une distance maximale d'environ **3,5 à 4 mètres**. La distance **minimale** peut en revanche être réglée jusqu'à environ **5 à 6 cm** simplement en tournant le potentiomètre **R8**, monté sur les entrées **1-2** de la **NAND IC1/C**.

Le deuxième flip-flop **IC2/B** que nous trouvons sur ce schéma, est utilisé pour contrôler si le signal **réfléchi** arrive à la **capsule réceptrice RX** avant le temps de **pause** qui, nous le savons, ne doit pas dépasser **33 ms**.

Une fois le signal **réfléchi** capté, la broche **6** de sortie du flip-flop **IC2/B** se met au **niveau logique 0** et ensuite la

tension **positive** qui atteint les entrées de la **Nand IC3/C** à travers la résistance **R9**, est mise à la **masse** par la diode **DS2**.

Puisque cette **NAND** est montée en **inverseuse**, quand on a sur ses entrées un **niveau logique 0**, on a sur sa sortie un **niveau logique 1**, c'est-à-dire une tension **positive**.



Cette dernière, en polarisant la base du transistor **NPN TR1**, le met en conduction, ce qui **active** le **relais** et allume la LED **DL1**.

L'étage **récepteur** est plus simple parce que composé de trois amplificateurs opérationnels seulement : **IC5** et **IC6/A-IC6/B**. Le premier opérationnel **IC5** est un banal **TL081**, alors que les **deux** opérationnels **IC6/A-IC6B** sont contenus dans un **TL082**.

Le signal capté par la **capsule réceptrice RX**, atteint l'entrée inverseuse **2** du premier amplificateur opérationnel **IC5** pour être **amplifié** d'environ **21 fois**, comme le confirme la formule :

$$\text{gain} = R14 : R13$$

Le **gain** sera donc égal à :

$$100\,000 : 4\,700 = 21,2 \text{ fois}$$

Le signal amplifié disponible à la sortie de **IC5** est appliqué à l'entrée **inverseuse 2** du deuxième opérationnel **IC6/A**, lequel l'amplifie encore **10 fois**. Nous obtiendrons ainsi un gain total de **210 fois**.

Les impulsions de **39-41 kHz** présentes à la sortie de **IC6/A** sont ensuite redressées par le doubleur de tension composé des diodes **DS4-DS5** et la tension **positive** obtenue est appliquée à l'entrée **non inverseuse 5** du troisième opérationnel **IC6/B**.

Quand la capsule **réceptrice RX** capte le signal réfléchi, on a à la sortie de l'opérationnel **IC6/B** un **niveau logique 1**, qui atteint la broche **13** de la NAND **IC3/A**.

À la sortie de cette **NAND** on aura donc un **niveau logique 0**, ensuite inversé par la NAND **IC3/B** qui pilote la broche **3** d'horloge de **IC2/B**.

Tous les **circuits intégrés** et les **opérationnels** utilisés dans ce schéma sont alimentés avec une tension stabilisée positive de **5 V** prélevée à la sortie du régulateur **IC4**. Le seul **relais** et le transistor **TR1** sont directement alimentés par une tension de **12-13 V** (pas forcément stabilisée).

La réalisation pratique

Tous les composants requis pour réaliser cette platine sont montés sur le circuit imprimé **EN1722** : procurez-vous ou réalisez – en vous aidant des dessins de la figure 8b-1 et 8b-2 – ce circuit imprimé double face à trous métallisés.

Quand vous l'avez devant vous, montez tous les composants comme le montre la figure 8a.

Même si ce montage ne présente pas de difficulté particulière, nous vous indiquons ci-après la séquence des opérations à effectuer pour mener à bien sa réalisation et pour qu'il fonctionne tout de suite.

Comme d'habitude, commencez par insérer dans le circuit imprimé les **supports** des circuits intégrés, soudez toutes les broches soigneusement et positionnez-les de telle manière que les repère-détrompeurs en **U** soient tournés vers la droite : ainsi, au moment

d'insérer les circuits intégrés dans les supports, vous saurez déjà comment les orienter.

Avec une **loupe**, vérifiez ensuite que vous n'avez pas **court-circuité** involontairement deux broches avec une grosse **goutte d'étain**, parce que souvent les circuits ne fonctionnent **pas** à cause de ces erreurs très banales.

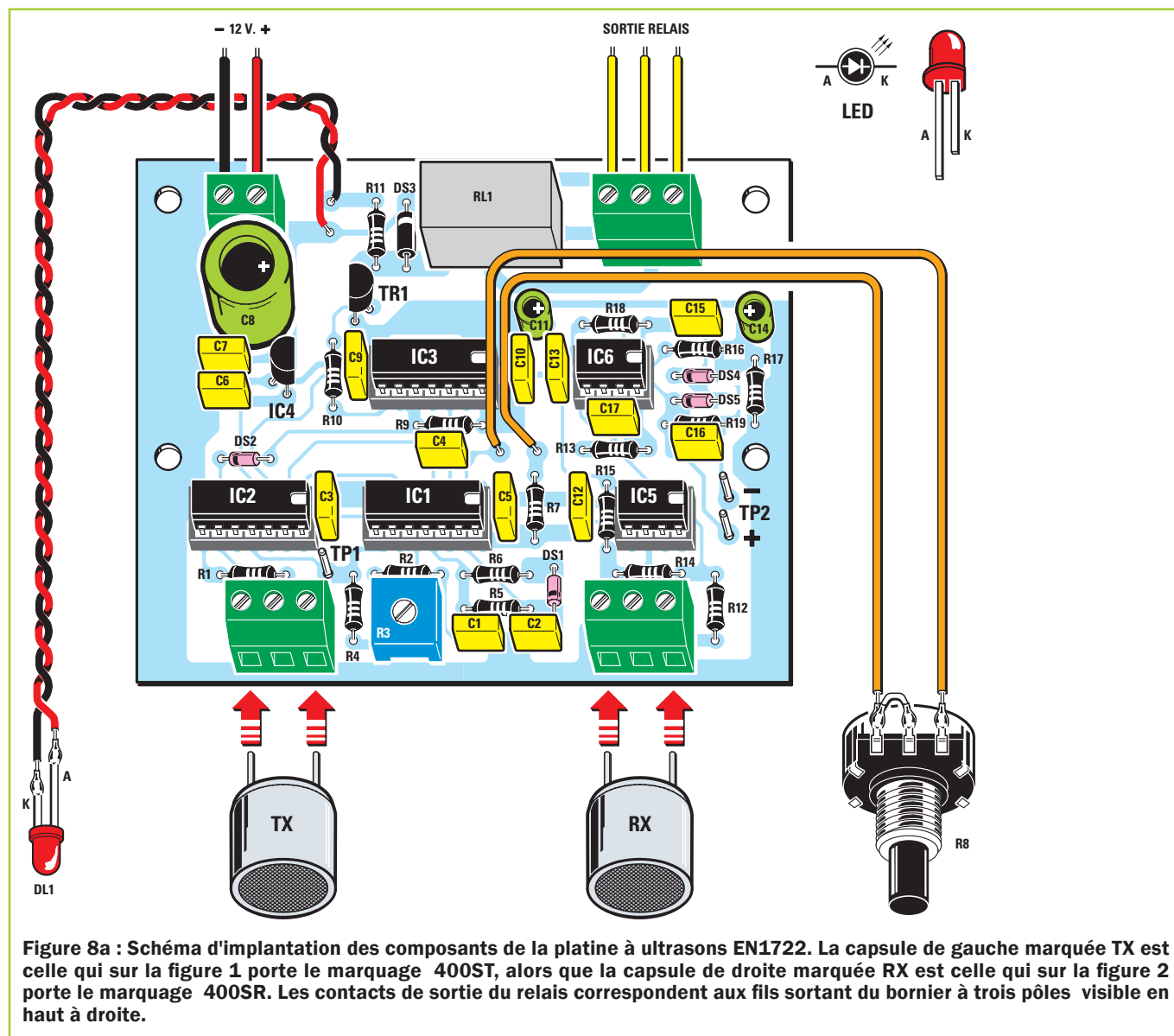
Vous pouvez ensuite insérer les **résistances**, sans omettre de contrôler leurs valeurs ohmiques au moyen des **bandes** de couleur présentes sur leur enrobage. En bas, près du bornier de la **capsule TX**, insérez le **trimmer R3** de **réglage**.

Après les résistances vous pouvez insérer les **diodes** au silicium dont le boîtier est en **verre**, en dirigeant leurs fines **bandes noires** comme le montre la figure 8a.

Seule la diode en **plastique DS3**, située près du relais, a une **bande blanche** que vous devrez orienter convenablement vers le haut (voir figure 8a).

Quand cela est fait, commencez à insérer dans le circuit imprimé tous les **condensateurs polyester** : à ce propos, si vous ne savez pas encore **déchiffrer** la capacité indiquée par le marquage, nous vous conseillons de lire ou relire le 1^{er} volume du Cours "**Apprendre l'Électronique en Partant de Zéro**".

Continuez avec le montage des trois condensateurs **électrolytiques** : faites très attention à la polarité **+/-** de leurs deux pattes. Sur leur boîtier vous avez en effet le signe – en correspondance



du fil de sortie **négatif**, alors que le fil **positif**, à insérer dans le trou du circuit imprimé marqué du **+**, est reconnaissable à ce qu'il est plus long.

Il va de soi que vous devrez éliminer les longueurs de fil excédentaires en les coupant avec une pince coupante.

Fixez maintenant les **borniers à 2 et à 3 pôles** nécessaires pour faire entrer la tension d'alimentation de **12 V**, pour les **sorties** du **relais** et pour fixer les deux capsules **ultrasoniques**.

Les derniers composants à monter sur le circuit imprimé sont le **relais**, le régulateur **IC4** (à positionner de telle manière que son méplat soit tourné vers la **droite**) et enfin le transistor

TR1 dont le **méplat** est à orienter vers la **gauche** (voir figure 8).

Lorsque le montage est terminé, vous pouvez serrer dans le bornier de **gauche** les deux fils de la capsule émettrice **TX** et dans le bornier de **droite** les deux broches de la capsule réceptrice **RX**.

À première vue les deux capsules peuvent être confondues parce qu'elles sont parfaitement identiques, mais il suffit de regarder la partie arrière de leur boîtier pour les identifier tout de suite de manière univoque (voir figures 1-2) :

- la **capsule émettrice TX** présente le marquage **400ST** (Sonde **TX**) ;
- la **capsule réceptrice RX** présente le marquage **400SR** (Sonde **RX**).

Les autres indications éventuellement présentes ne sont pas significatives.

Note : le constructeur fournit des capsules en métal ou en plastique.

Le montage dans le boîtier

Le montage de la figure 8a est à insérer dans le boîtier plastique disponible à la demande avec le reste du matériel nécessaire. Comme le montre la figure 9, c'est sur le panneau arrière que vous devez fixer le potentiomètre **R8** servant à régler la **distance** de travail.

En face avant, en revanche, vous monterez le support chromé de la **LED**.

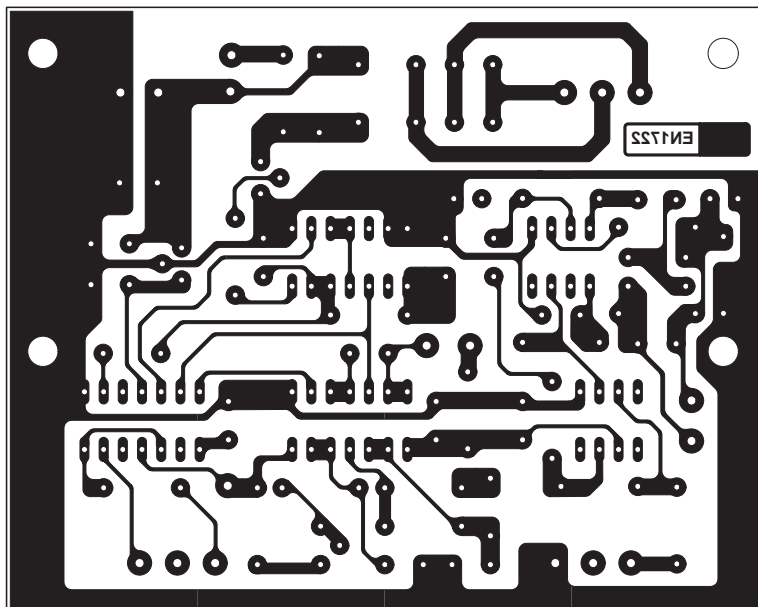


Figure 8b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine à ultrasons EN1722, côté soudures.

Figure 8b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine à ultrasons EN1722, côté composants.

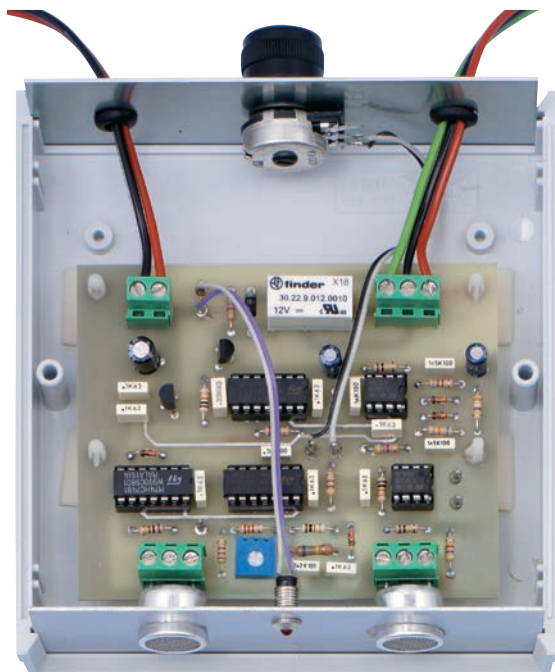
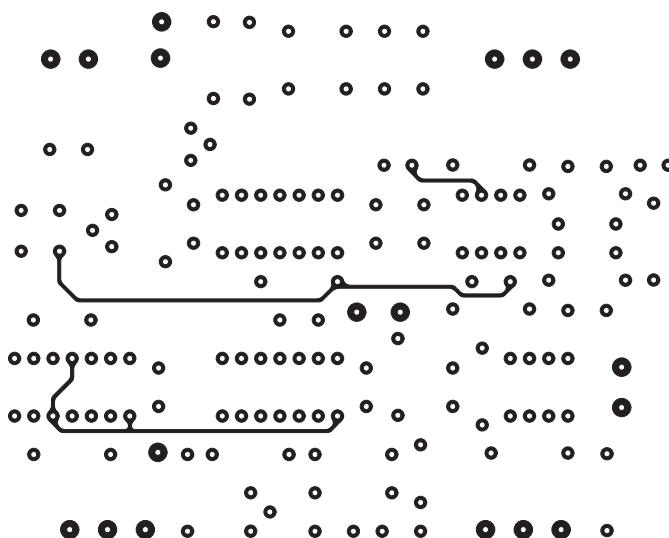


Figure 9 : Une fois le montage terminé, la platine doit être insérée à l'intérieur du boîtier plastique. Fixez-la au moyen des 4 entretoises plastiques figurant dans le matériel disponible. Le potentiomètre de réglage de la distance est à fixer sur le panneau arrière, alors qu'en face avant vous fixerez la monture chromée pour la LED.

À propos de la LED, ayez soin de ne pas intervertir ses deux fils **A-K**, dans ce cas elle **ne** s'allumerait **pas**.

Avant de fixer la platine à l'intérieur du boîtier, vous devrez enfiler dans ses **4 trous** les **axes** des entretoises plastiques, puis fixer les deux **capsules ultrasoniques** dans les deux borniers et enfin monter la face avant. Vous pouvez alors ôter le **papier de protection** qui revêt les entretoises plastiques et appuyer la platine au fond du boîtier, tout en contrôlant bien que la **face avant** s'insère dans les **cannelures** latérales.

Les réglages

Quand la platine est en place comme le montre la figure 9 et alimentée extérieurement par une tension continue de **12 V**, le circuit **ne peut pas** encore fonctionner parce qu'il doit au préalable être **réglé**. En effet, nous avons dit déjà que toutes les **capsules ultrasoniques**, même si elles sont censées fonctionner à **40 kHz**, ont une **tolérance** spécifique. Elles peuvent travailler dans une gamme de fréquences allant d'un **minimum** de **39 kHz** à un **maximum** de **41 kHz**.

Si vous ne disposez que d'un **multimètre**, réglez-le sur le calibre **0,3 V CC fond d'échelle** et reliez-le aux points de test **TP2** (test point 2).

Placez face aux deux capsules, à une distance d'environ **10 cm**, un livre ou n'importe quel autre objet réfléchissant et tournez le bouton du potentiomètre **R8** dans le sens **horaire**. Lentement et **sans bouger** le boîtier, tournez le curseur du **trimmer R3** jusqu'à lire sur le multimètre la tension **maximale**.

Quand vous avez obtenu la déviation maximale de l'aiguille –aux environs de **0,06 V**– les deux capsules seront **réglées**, vous pouvez fermer le boîtier et effectuer les différents tests.

Si, en plus du **multimètre**, vous disposez d'autres instruments de mesure, par exemple un **oscilloscope** et un **fréquencemètre**, le réglage sera encore plus facile. Reliez le **fréquencemètre** aux points de test **TP1** et ensuite tournez lentement le curseur du trimmer **R3** jusqu'à lire une fréquence de **40 000 Hz**. Pour établir la fréquence de travail exacte des deux capsules, reliez l'**oscilloscope** commuté en **AC** sur la portée **0,2 V** entre le condensateur **C15** et la **masse**. Mettez les deux capsules face à un mur à une

distance d'environ **10 cm** et tournez le curseur du **trimmer R3** jusqu'à visualiser à l'écran la **sinusoïde** des **40 kHz**. Tout en maintenant le boîtier **fixe**, retouchez le curseur du trimmer **R3** jusqu'à obtenir un signal d'amplitude maximale.

Remarquons que, en tournant le bouton du potentiomètre **R8** dans le sens **horaire**, vous réglerez la distance **minimale**, alors qu'en le tournant dans le sens **anti horaire** vous réglerez la distance **maximale**.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce montage à ultrasons **EN 1722** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après :

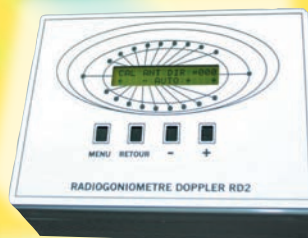
<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/120.zip>. ♦

GONIOMÈTRE DOPPLER DE 50 MHz à 1.2 GHz

- Commutation pour 4 antennes . • Sélection d'impulsions vers le +5V ou vers le 0V pour activer les antennes. • Rotation des antennes; CW ou CCW. • Contrôle indépendant de chaque antenne. • Auto calibration vers le devant du véhicule.
- Afficheur LCD standard de 2 lignes X 16 caractères. • Un affichage similaire à 36 LED et aussi numérique "000-359" de la direction. • Tous les menus sont montrés clairement sur l'afficheur LCD. • Mémoire permanente pour toutes les calibrations et options. • Traitement principal du signal fait par le soft. • Microcontrôleur PIC 16F877, mémoire de programmation Flash, mémoire EEDATA, USART, ADC, chrono... • Mémorisation de la calibration de 3 radios.
- Sortie chronométrée ou sur demande vers APRS, interface GPS. • Option d'affichage d'un S-mètre, l'entrée est ajustable de 0 < 2 à 5 V. pour un affichage de 00 < 99. • 7 niveaux de traitement du signal. Possibilité d'affichage instantané des données brutes. • Sélectivité Maximum des filtres audio analogue et numérique de +/- 0.1 Hz. • En cas de perte du signal, mémorisation de la dernière bonne direction. • Haut-parleur intégré et alimentation 12 Vdc.
- Rétro-éclairage LED de l'afficheur.

Le **Gonio Doppler RD2** présenté ici n'intègre pas de récepteur particulier. Il est prévu pour être utilisé conjointement à des matériels déjà existants, portatifs, mobiles (dans le cas de recherches sur le terrain) voire fixes. Ainsi, tout récepteur VHF ou UHF, disposant d'une sortie BF, peut être couplé à ce gonio Doppler capable de couvrir une très large plage de fréquences, en fonction des besoins (de 50 MHz à 1,2 GHz). Nous ne sommes donc plus limités, dans le cadre des recherches de balises de détresse, aux seules fréquences 121,5 (ou 121,375), 243 et 406 MHz

Expéditions dans toute la France. Moins de 5 Kg : port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB.



Réf. RD2
299,00 €
Vendu sans antennes



COMELEC

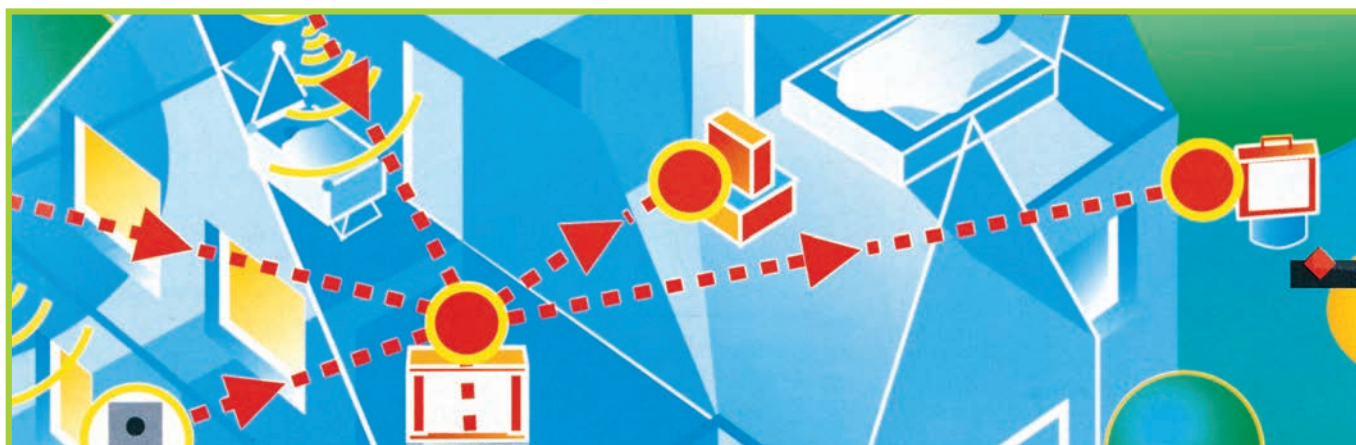
CD 908 - 13720 BELCODENE

Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95

www.comelec.fr

Un antivol à ultrasons

Ce circuit à ultrasons détecte n'importe quel objet en mouvement se trouvant en deçà d'une distance d'environ 4 mètres, vous pourrez donc l'utiliser comme antivol ou bien pour contrôler la qualité absorbante d'un matériau acoustique lequel, s'il est efficace, ne pourra réfléchir les ultrasons.



Dans ce même numéro d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** nous vous proposons un montage (EN1722 un montage à ultrasons intéressant) qui utilise deux capsules **ultrasoniques**, une **émettrice** et une **réceptrice**, en mesure d'activer un **relais** quand un quelconque corps de dimensions adéquates se rapproche d'elles au point de dépasser la **distance** fixée au moyen d'un potentiomètre.

Vous pourrez réaliser ce montage en mettant à profit sa capacité à détecter la **distance** pour éviter d'emboutir la carrosserie de la voiture en la rentrant dans le garage (radar de recul) : dans ce cas le circuit active un buzzer chaque fois que l'arrière de la voiture se trouve à environ **10-15 cm** du mur.

Vous pourrez l'utiliser également pour vérifier le niveau des céréales conservées dans les **silos** ou des liquides à l'intérieur des **citernes** ou bien comme **antivol**, en plaçant ce circuit devant une porte.

Nous pensions à faire du montage primitif un **radar volumétrique** ayant la fonction d'**antivol**, or ce circuit détecte n'importe quel objet en **mouvement** à une **distance** ne dépassant pas **4 mètres** environ : la nécessité de «rebaptiser» notre montage nous a alors sauté aux yeux et, renonçant à l'appellation «**radar volumétrique**», nous nous sommes décidés pour celle de **détecteur de mouvement**.

Pour détecter le «**mouvement**» nous avons utilisé un circuit intégré **4046** connu comme **PLL** (Phase Locked Loop) lequel,

comme le montre la figure 5, contient un **VCO** mis à profit pour obtenir un oscillateur **R/C** (Résistif/Capacitif), capable de produire une **fréquence** d'environ **40 kHz** nécessaire pour piloter la capsule émettrice **ultrasonique** identifiée comme **TX**.

Même si la **fréquence** de travail nominale de ces **capsules ultrasoniques** est de **40 kHz**, nous devons préciser que, à cause de leur **tolérance**, elles peuvent en réalité travailler d'un **minimum** de **39 kHz** jusqu'à un **maximum** de **41 kHz**. Le **trimmer R3** appliqué sur la broche **12** du **4046** (voir les figures 3 et 5) sert à modifier la **fréquence** générée de manière à pouvoir la syntoniser sur la fréquence **exacte** de la **capsule réceptrice RX**.

Comme vous pouvez le voir à la figure 5, une fréquence de **40 kHz** est envoyée à la **capsule émettrice TX** et à la broche **3** du **comparateur de phase** du **4046** pour être comparée avec la **fréquence** captée par la **capsule RX** (voir la broche d'entrée **14**).

Si en face des deux capsules aucun corps en mouvement n'est présent, sur la broche de sortie **1** se trouve un **niveau logique 0**, mais dès qu'un corps ou n'importe quel autre objet se **déplace**, des **ondes carrées** sortent par la broche de sortie **1** lesquelles, en pilotant le circuit intégré **IC4**, activent un **relais** pouvant faire sonner un **buzzer** ou une **sirène** ou encore allumer une **ampoule**. Après cette brève introduction, nous pouvons passer à la description du schéma électrique.

Figure 1 : Notre antivol à ultrasons déjà protégé par son boîtier plastique.

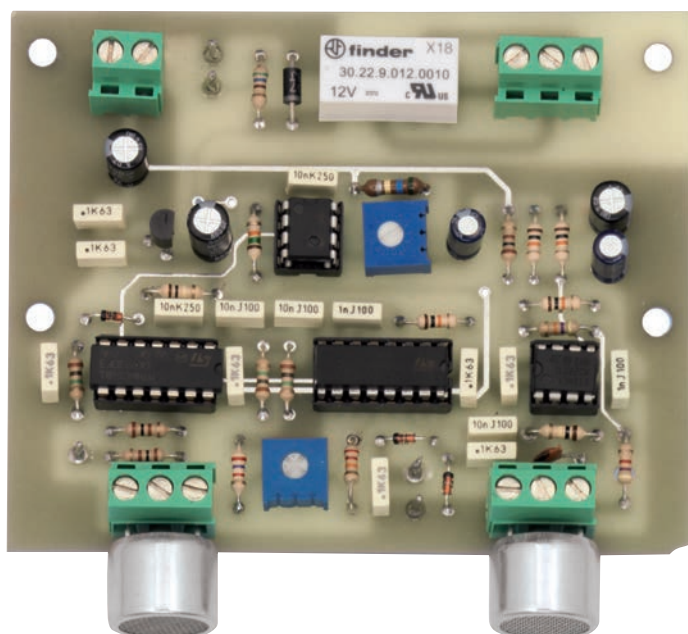


Figure 2 : Photo d'un des prototypes de la platine terminée et prête à être fixée à l'intérieur du boîtier plastique (voir figure 1 ci-dessus). La capsule émettrice TX est reliée à son bornier situé à gauche et la capsule réceptrice RX au sien situé à droite.

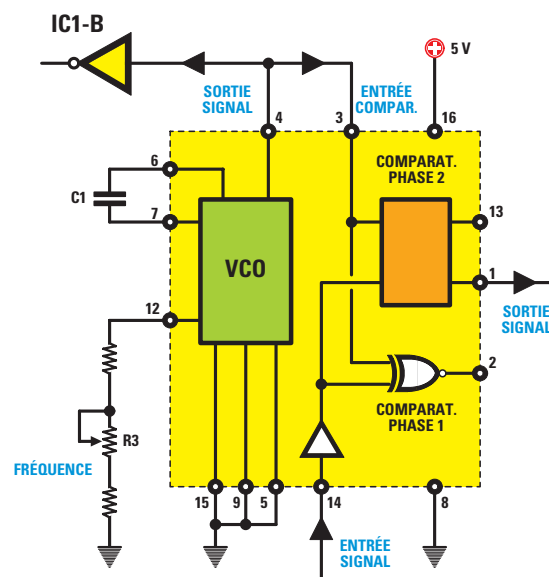


Figure 3 : La fréquence de 40 kHz prélevée sur la broche 4 est envoyée à la capsule émettrice TX ainsi que sur la broche 3 du Comparateur de Phase pour être comparée avec la fréquence captée par la capsule réceptrice RX qui entre dans la broche 14. Dès qu'un objet se déplace devant les deux capsules, un signal à onde carrée sort par la broche de sortie 1.

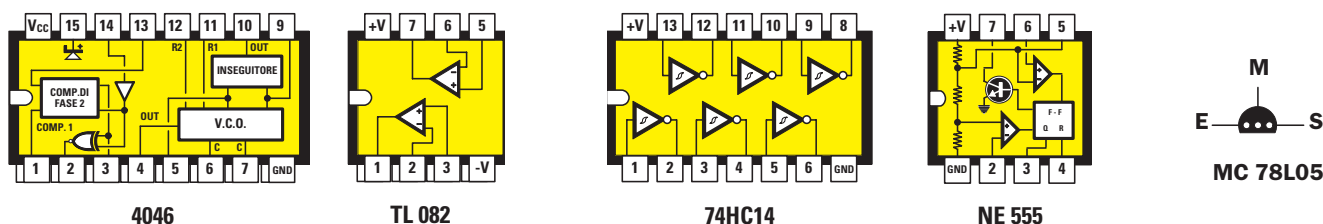


Figure 4 : Brochages des quatre circuits intégrés, vus de dessus et du MC78L05 vu de dessous.

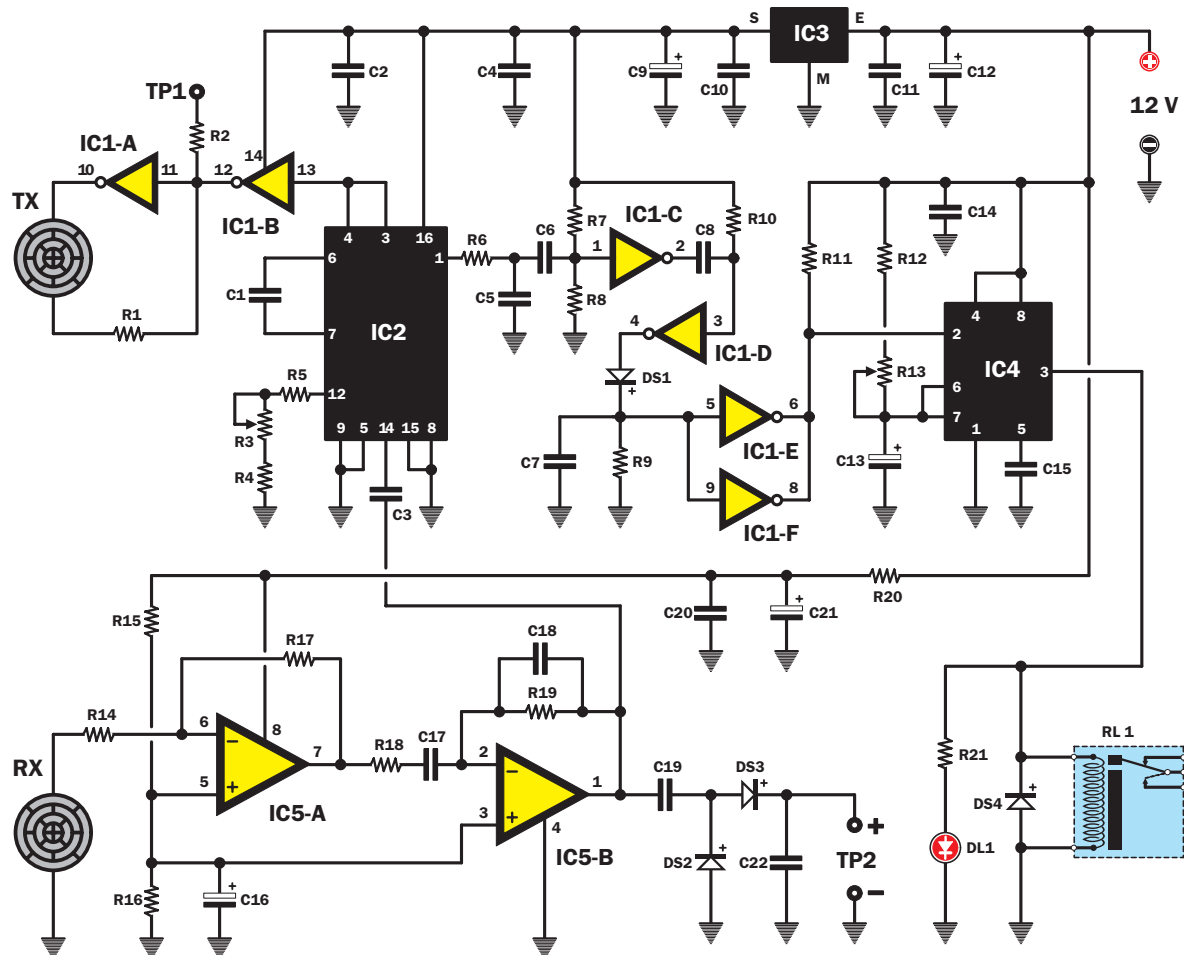


Figure 5 : Schéma électrique du « radar ultrasonique » capable de détecter des corps en mouvement jusqu'à une distance d'environ 4 mètres. Si ce circuit est installé dans un couloir, un garage ou bien à l'entrée d'une pièce, il peut remplir la fonction d'antivol.

Liste des composants EN1724

R1 100
R2 100
R3 5 k trimmer
R4 2,7 k
R5 22 k
R6 10 k
R7 1 M
R8 1 M
R9 1 M
R10 ... 100 k
R11 ... 15 k
R12 ... 560 k
R13 ... 500 k trimmer
R14 ... 4,7 k
R15 ... 10 k
R16 ... 10 k
R17 ... 47 k

R18 ... 10 k
R19.... 100 k
R20 ... 100
R21 ... 560
C1 1 nF polyester
C2 100 nF polyester
C3 10 nF polyester
C4 100 nF polyester
C5 10 nF polyester
C6 10 nF polyester
C7 100 nF polyester
C8 10 nF polyester
C9 100 µF électrolytique
C10 ... 100 nF polyester
C11.... 100 nF polyester
C12 ... 100 µF électrolytique
C13 ... 10 µF électrolytique
C14 ... 100 nF polyester
C15 ... 10 nF polyester
C16 ... 10 µF électrolytique

C17 ... 1 nF polyester
C18 ... 22 pF céramique
C19 ... 100 nF polyester
C20 ... 100 nF polyester
C21 ... 100 µF électrolytique
C22 ... 100 nF polyester
DS1 ... 1N4148 - 1N4150
DS2.... 1N4148 - 1N4150
DS3.... 1N4148 - 1N4150
DS4 ... 1N4007
DL1 ... LED
IC1 ... TTL 74HC14
IC2 ... C/Mos 4046
IC3 ... MC78L05
IC4 ... NE555
IC5 TL082

TX capsule émettrice SE5.2
RX capsule réceptrice SE5.1
RL1 ... relais 12 V 1 contact

Le schéma électrique

Regardons le schéma de la figure 5 et commençons-en la description par le circuit intégré **IC2** lequel, nous l'avons dit, est un **PLL 4046** que vous pouvez trouver dans le commerce sous le nom **CD4046** ou **HCF4046**.

Par la broche **4** sort une fréquence de **40 kHz** générée par le **VCO** interne, puis ce signal atteint la capsule émettrice **TX** en passant par les deux portes **inverseuses IC1/B-IC1/A**. Ces deux portes ainsi reliées permettront d'appliquer à la capsule émettrice un signal d'environ **10 V**, étant donné que sur les deux broches arrive toujours un signal de polarité **opposée**. Comme nous l'avons déjà expliqué, le **trimmer R3** sert à **régler la fréquence** de sortie.

Le signal, appliqué à la capsule émettrice, l'est également à la broche **3** du **4046** pour atteindre ensuite un étage **comparateur interne**.

Nous nous arrêtons ici pour le TX et nous passons à l'étage **récepteur** composé des deux opérationnels **IC5/A-IC5/B**.

Le signal capté par la **capsule réceptrice RX** est envoyé à la broche d'**entrée inverseuse 6** du premier opérationnel **IC5/A**, lequel s'occupe de l'amplifier de **10 fois**. Le **gain** se calcule en effet avec la formule :

$$\text{gain} = R17 : R14$$

Puisque la valeur de **R17** est de **47 000 Ω** et celle de **R14** de **4 700 Ω**, on obtient :

$$\text{gain } 47\,000 : 4\,700 = 10$$

Le signal amplifié est transféré à l'**entrée inverseuse 2** du second amplificateur opérationnel **IC5/B**, lequel s'occupe de l'amplifier à nouveau de **10 fois** parce que **R19** a une valeur de **100 000 Ω** et **R18** de **10 000 Ω**, ce qui fait :

$$\text{gain } 100\,000 : 10\,000 = 10$$

et par conséquent le signal capté aura été amplifié par le truchement de ces deux opérationnels de :

$$10 \times 10 = 100 \text{ fois.}$$

Le signal de **40 kHz**, amplifié par les deux opérationnels, sera prélevé sur la broche de sortie **1** de **IC5/B** pour être appliqué à la broche d'entrée **14** du **4046** (voir **IC2**) puis ensuite comparé avec la fréquence de **40 kHz** qui entre par la broche **3** (voir figure 3).

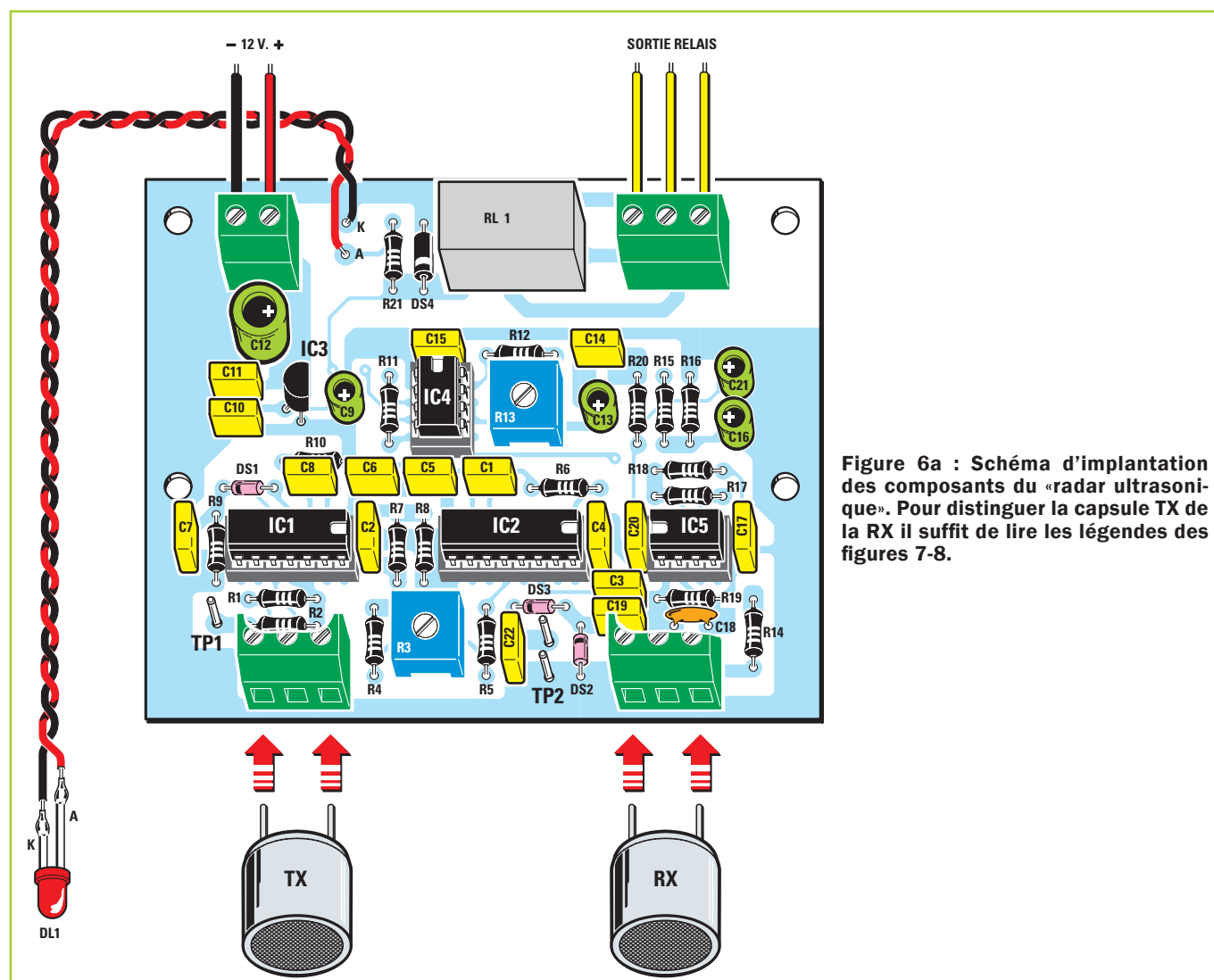


Figure 6a : Schéma d'implantation des composants du « radar ultrasonique ». Pour distinguer la capsule TX de la RX il suffit de lire les légendes des figures 7-8.

Figure 6b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés, côté soudures.

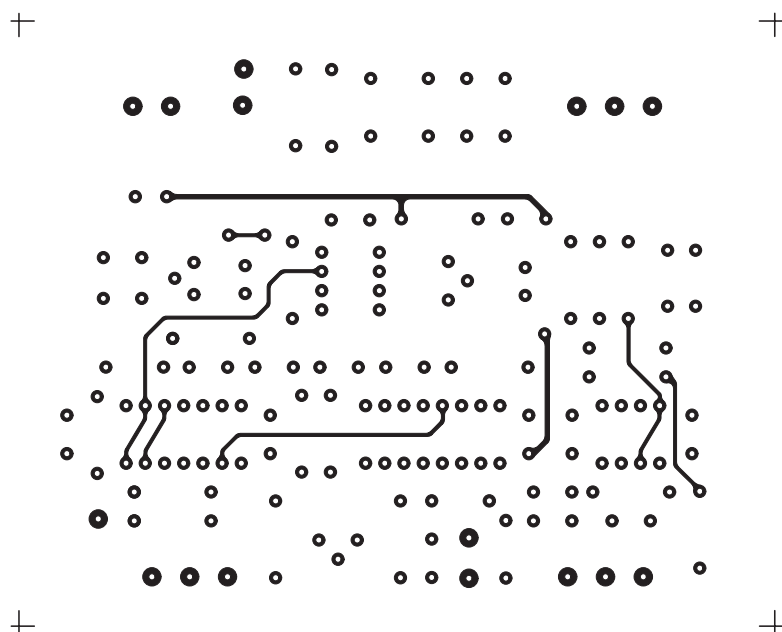
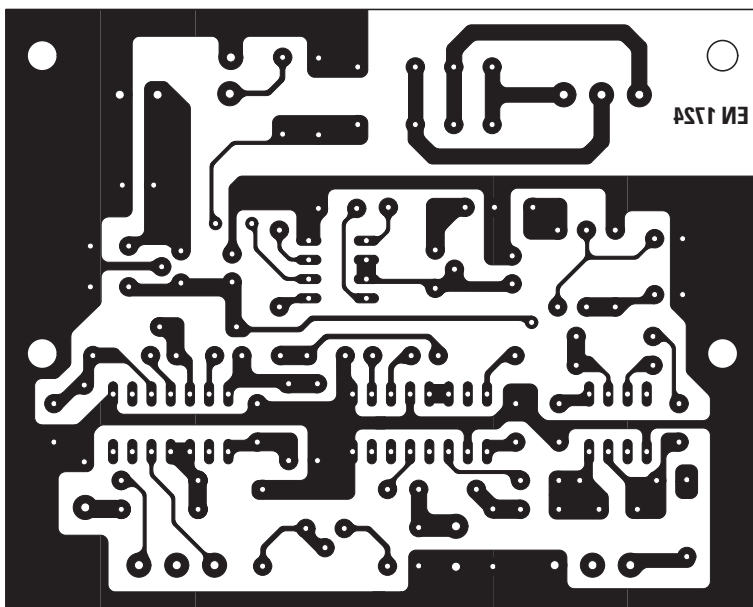


Figure 6b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés, côté composants.

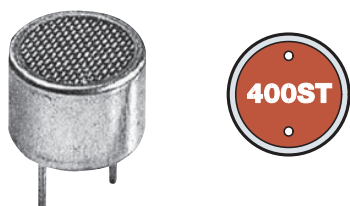


Figure 7 : La capsule émettrice TX présente au verso du boîtier le marquage 400ST. Les autres mentions pouvant apparaître sous 400ST ne sont pas significatives.

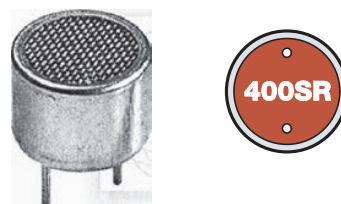


Figure 8 : La capsule réceptrice RX présente au verso du boîtier le marquage 400SR. Les autres mentions pouvant apparaître sous 400SR ne sont pas significatives.

Si les deux capsules ne détectent aucun corps en mouvement, sur la broche de sortie **1** du **4046** on n'aura aucune tension, mais dès qu'un objet quelconque se **déplacera**, des **ondes carrées** sortiront de cette broche puis, à travers le condensateur **C6**, elles atteindront l'entrée de la **porte inverseuse IC1/C**, polarisée par les deux résistances **R7-R8** de **1 M**, afin de maintenir constant le signal de l'**onde carrée** fourni par le **4046**.

Le signal sera ensuite transféré à l'entrée de la seconde **porte inverseuse IC1/D**, prélevé à sa sortie pour être enfin redressé par la diode **DS1**.

La tension continue obtenue correspondant à un **niveau logique 1**, sera **inversee** par les deux portes **IC1/E-IC1/F** et on trouvera donc à leur sortie un **niveau logique 0**. C'est pourquoi, la tension **positive** qui arrivait sur la broche **2** du circuit intégré **NE555** (voir **IC4**) à travers la résistance **R11** sera **mise** à la **masse**. Et comme ce circuit intégré est monté en **multivibrateur monostable**, sa broche de sortie **3** se commute alors du **niveau logique 0** au **niveau logique 1**, ce qui **active** le relais.

En tournant le trimmer **R13** relié aux broches **6-7** de **IC4**, il est possible de régler le **temps** pendant lequel nous souhaitons voir le relais **activé**.

Comme nous avons utilisé pour **C13** un condensateur électrolytique de **10 µF**, nous pourrions maintenir le relais activé pendant un temps modifiable d'un minimum de **6 secondes** à un maximum de **11 secondes** environ.

Pour diviser par deux ce temps, il suffira d'utiliser une capacité de **4,7 µF**, alors que pour la doubler nous devrions doubler aussi cette capacité en la portant à **22 µF**.

L'étage **récepteur**, y compris le circuit intégré **IC4 NE555**, est alimenté en **12 V**, alors que l'étage **émetteur** est alimenté avec une tension stabilisée de **5 V** que nous prélèverons à la sortie du régulateur **IC3**.

Concluons cette analyse théorique en précisant que le **TP1** (Test point 1) sert à contrôler la **fréquence** appliquée à

la capsule **TX**, alors que le **TP2** (Test point 2) sert à contrôler l'amplitude du signal **ultrasonique** capté par la capsule réceptrice **RX**.

La réalisation pratique

Tous les composants nécessaires à la réalisation de ce circuit sont montés sur le circuit imprimé **EN1724** : vous pouvez vous procurer ce circuit imprimé double face à trous métallisés (il est disponible avec l'ensemble du matériel) ou le réaliser vous-mêmes à partir des dessins des figures 6b-1 et 2.

Commencez par insérer les **soutiens** des circuits intégrés, en soudant de manière très soignée toutes leurs broches. Quant à l'orientation de ces supports, prenez en compte les repère-détrompeurs en **U** et orientez-les comme le montre la figure 6 ; vous vous faciliterez ainsi le travail au moment de l'insertion des différents circuits intégrés. Après en avoir soudé toutes les broches, vérifiez avec une **loupe** que vous n'avez pas involontairement **court-circuité**, avec une grosse **goutte d'étain**, deux broches voisines, ce qui empêcherait le fonctionnement du circuit.

Une fois tous les supports soudés, vous pouvez commencer à insérer les **résistances** après lecture de leurs valeurs ohmiques à partir de leurs **bandes colorées**. En bas, près du bornier de la **capsule TX**, insérez le **trimmer R3** de **réglage** de la **fréquence** et, près du circuit intégré **IC4**, le trimmer **R13** de **temporisation**.

Après les résistances vous pouvez souder les **diodes** au silicium et toutes celles en **verre** (voir **DS1-DS2-DS3**), en orientant les fines **bandes noires** situées sur un seul côté de leur boîtier comme le montre le schéma d'implantation des composants de la figure 6a. Seule la diode en **plastique DS4**, située près du relais, a une **bande blanche** que vous devrez tourner vers le bas (voir figure 6).

Lorsque cette opération est terminée, commencez à insérer dans le circuit imprimé tous les **condensateurs polyester** et, si vous avez encore quelque

perplexité concernant le déchiffrement de leur capacité, nous vous conseillons de consulter le premier volume du Cours «Apprendre l'Électronique en Partant de Zéro».

Les composants suivants à insérer sont les trois condensateurs **électrolytiques** pour lesquels vous devrez respecter la polarité **+/-** des deux pattes.

Le signe **-** se trouve en correspondance de la patte **négative**, alors que la patte **positive, plus longue**, est à insérer dans le trou du circuit imprimé désigné par le signe **+**. Bien sûr vous devrez ensuite couper avec une pince coupante les longueurs excédentaires.

Poursuivons le montage en insérant les **borniers à 2 et à 3 pôles** qui serviront à entrer avec la tension d'alimentation **12 V**, aux **sorties** du **relais** et à la connexion des deux capsules **ultrasoniques TX et RX**.

Les derniers composants à monter sur le circuit imprimé sont le relais et le régulateur **IC3** : orientez le méplat repère-détrompeur de ce dernier vers la **droite** (voir figure 6a).

Ce montage étant fait, vous pouvez serrer dans le bornier de **gauche** les deux courtes pattes de la capsule émettrice **TX** et dans le bornier de **droite** celles de la capsule réceptrice **RX**.

À première vue les deux capsules peuvent être confondues parce qu'elles sont parfaitement identiques d'aspect, mais il suffit de les regarder à l'envers pour s'apercevoir qu'entre leurs pattes se trouve le marquage permettant de les identifier (voir figures 7-8).

- La **capsule émettrice TX** (voir figure 7) présente entre les pattes le marquage **400-ST (sonde émettrice)**;

- La **capsule réceptrice RX** (voir figure 8) présente entre les pattes le marquage **400-SR (sonde réceptrice)**.

Les autres marques **ne sont pas** significatives.

Note : remarquons que le constructeur peut fournir indifféremment des capsules **métalliques** ou bien **plastiques**.

Le montage dans le boîtier

La platine de la figure 6a est à insérer à l'intérieur du boîtier plastique comme vous pouvez le voir à la figure 9. Sur la face avant, fixez le support de la **LED** : à propos de cette dernière, respectez bien sa polarité car, si vous inversez les deux fils alimentant les pattes **A-K** elle **ne** s'allumerait **pas**.

Avant de fixer la platine à l'intérieur du boîtier, vous devez enfilez dans les **quatre trous** les **axes** des **entretoises plastiques** trouvées dans le matériel disponible, puis fixez les deux **capsules ultrasoniques** dans les deux borniers et montez la face avant. Vous pouvez maintenant enlever le **papier de protection** protégeant l'adhésif des entretoises plastiques et presser la platine sur la base du boîtier, en vérifiant bien que la **face avant** s'insère convenablement dans les **cannelures** latérales.

Le réglage

Une fois la platine fixée au fond du boîtier plastique, comme le montre la figure 9, vous devrez **l'alimenter** de l'extérieur avec une tension continue de **12 V** et ensuite procéder au **réglage** du **trimmer R3**.

En effet, nous avons déjà dit que toutes les **capsules ultrasoniques**, même si leur valeur nominale est de **40 kHz**, ont une **tolérance** et c'est pourquoi elles peuvent travailler dans une gamme de fréquences allant d'un **minimum** de **39 kHz** pour atteindre un **maximum** de **41 kHz**.

Si vous disposez **seulement** d'un **multimètre**, réglez-le sur le calibre **1 V CC fond d'échelle** et reliez-le aux points **TP2** (Test point 2). Orientez les deux capsules vers un mur en les maintenant à une distance d'environ **1 mètre** puis tournez le curseur du trimmer **R3** jusqu'à lire sur le multimètre la tension **maximale**.

Si vous constatez que l'aiguille du multimètre atteint le **fond d'échelle**, commutez-le sur un calibre plus grand, soit **3 V CC**.



Figure 9 : Pour fixer la platine à l'intérieur du boîtier plastique, vous devrez insérer dans les quatre trous du circuit imprimé les «axes» des entretoises plastiques que vous trouverez dans le matériel disponible, après quoi vous devrez enlever de leur base le papier de protection de l'adhésif et ensuite presser ces quatre bases autocollantes sur le fond horizontal du boîtier plastique.

Lorsque vous avez obtenu la déviation **maximale** de l'aiguille, les deux capsules sont **réglées**, vous pouvez donc fermer le boîtier et effectuer vos premières **expérimentations** avec les **ultrasons**. Si en plus du **multimètre** vous disposez d'autres appareils de mesure, par exemple d'un **oscilloscope** et d'un **fréquencemètre**, le réglage sera encore plus simple. Reliez le **fréquencemètre** aux points **TP1** et tournez ensuite lentement le curseur du trimmer **R3** jusqu'à lire une fréquence de **40 000 Hz**. Pour établir la fréquence de travail exacte des deux capsules, reliez l'**oscilloscope** commuté en **AC** sur le calibre **0,2 V** et reliez-le après le condensateur **C19** et la **masse**.

Dirigez les deux capsules vers un mur en les maintenant à une distance d'environ **1 mètre**, puis tournez le curseur du trimmer **R3** jusqu'à obtenir un signal d'amplitude **maximale**. Quand ce réglage est fait, vous pourrez procéder aux essais du circuit, en passant devant les deux capsules, à une distance d'environ **trois mètres**, en portant une **veste** ou bien un **chandail** en laine.

Si vous portez une **veste** vous verrez que le relais s'active même si vous passez à une distance de **3,5 à 4 mètres**, alors que si vous portez un **chandail en laine**, la laine étant un **matériau absorbant** pour les **ultrasons**, cette distance sera réduite. Si vous voulez vous amuser, vous pouvez **agiter** devant les deux capsules une boîte en **carton** ou une feuille de **polystyrène** ou bien encore une **poêle** en **métal** et «enregistrer» comment varie la **sensibilité** des capsules.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce montage à ultrasons **EN 1724** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue. Les typons des circuits imprimés et les programmes lorsqu'ils sont **libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/120.zip> ◆

Mini alimentation

9-12-15 V 0,4 A

Cette alimentation a été conçue pour alimenter de petits circuits expérimentaux réclamant une tension de 9-12-15 V et un courant ne dépassant pas 0,4 A. Étant données ses dimensions réduites, vous pourrez la placer à l'intérieur du circuit à alimenter.

Il arrive souvent que l'on ait à alimenter des petits circuits consommant des courants assez faibles, ne dépassant pas **0,4 A** mais, ne disposant pas d'une alimentation d'une aussi petite puissance, nous recourons souvent à une alimentation «mastodonte» de **3 A** ou plus.

De toute façon, il nous arrive très souvent, dans un laboratoire d'électronique – qu'il soit amateur ou professionnel – d'avoir besoin d'une **mini alimentation** pouvant fournir une tension de **12 V**.

Sachant que cette condition est souvent le lot de nos lecteurs, nous avons décidé de réaliser une alimentation simple de **12 V** laquelle, dûment modifiée, peut également fournir une tension de **9 V** ou bien de **15 V**.

Le schéma électrique

En regardant le schéma électrique de cette alimentation à la figure 3, nous voyons que du secondaire du transformateur **T1** on peut prélever, par l'intermédiaire du **cavaliier J1**, une tension alternative de **17** ou bien de **14 V**.

Si nous utilisons la tension alternative de **14 V** nous pourrions obtenir une tension de **12 V** à prélever à la sortie du régulateur **uA7812**.

En insérant en **série** avec la sortie de **IC1** seulement **4 diodes** au **silicium** (voir **DS1-DS2-DS3-DS4**) nous pouvons prélever une tension de **9 V**. En effet, sachant que chaque **diode** au **silicium** introduit une chute de tension de **0,7 V environ**, si on en monte **4 en série** on obtient une chute de tension égale à :

$$4 \times 0,7 = 2,8 \text{ V}$$

et nous prélèverons donc à la sortie :

$$12 - 2,8 = 9,2 \text{ V.}$$

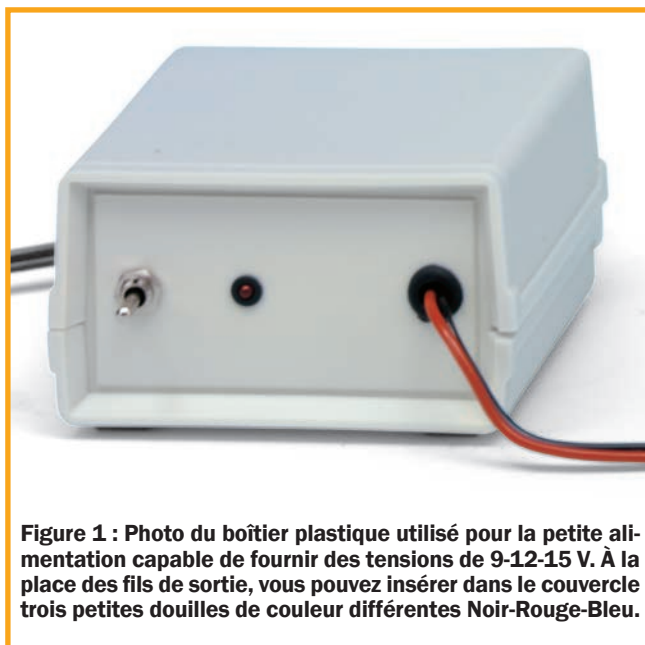


Figure 1 : Photo du boîtier plastique utilisé pour la petite alimentation capable de fournir des tensions de 9-12-15 V. À la place des fils de sortie, vous pouvez insérer dans le couvercle trois petites douilles de couleur différentes Noir-Rouge-Bleu.

Si nous utilisons la tension alternative de **17 V** nous pourrions obtenir une tension **stabilisée** de **15 V**, mais pour que cela se produise il est nécessaire de remplacer le régulateur **uA7812** par un régulateur **uA7815** (voir figure 4).

Si l'on monte à la sortie du régulateur **uA7815** les fameuses **4 diodes** au **silicium** (voir **DS1-DS2-DS3-DS4**), nous obtenons à nouveau une chute de tension de **2,8 V**, nous prélèverons donc à la sortie :

$$15 - 2,8 = 12,2 \text{ V}$$

Note : dans le matériel disponible (voir auprès de nos annonceurs) vous trouverez **seulement** le circuit intégré stabilisateur (en fait on dit régulateur) **uA7812** ou **L7812** plus **4 diodes** au **silicium 1N4004** ou autres équivalentes.

Si à la place du **uA7812 - L7812** vous voulez recevoir le régulateur **uA7815** vous devrez le préciser.

La réalisation pratique

Dans le matériel disponible se trouve le **circuit imprimé EN1719** sur lequel vous devrez monter tous les composants en les disposant comme le montre la figure 6a. Si vous préférez le réaliser vous-même, utilisez le dessin de la figure 6b.

Même si le schéma d'implantation des composants est suffisamment explicite, nous voulons ajouter quelques petites notes utiles pour le montage.

Avant tout nous vous conseillons de fixer sur la platine le transformateur **T1**, qui ne peut s'insérer dans les trous prévus que dans le bon sens.



Figure 2 : Sur cette photo vous pouvez voir comment fixer à l'intérieur du boîtier plastique la platine une fois tous les composants insérés et soudés. Vu les dimensions réduites de cette dernière, vous pourrez la placer directement au sein du circuit à alimenter.

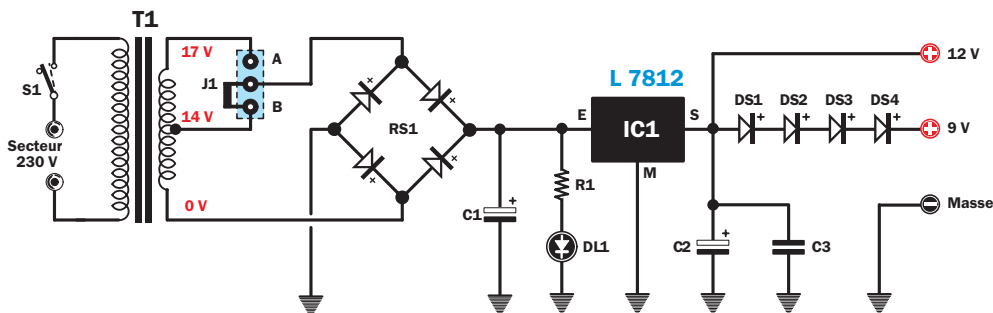
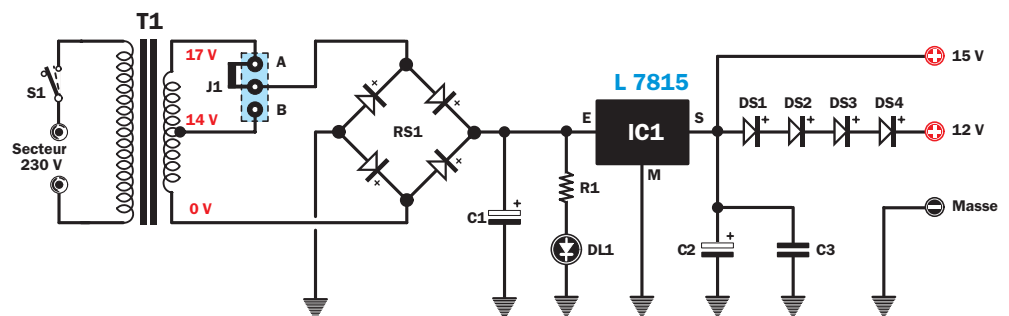


Figure 3 : Si vous souhaitez prélever à la sortie une tension stabilisée de 12 V ou une de 9 V, vous devrez utiliser un régulateur uA7812 ou L7812 et insérer le cavalier femelle dans le connecteur J1 sur le côté B correspondant à 14 V.

Figure 4 : Si vous souhaitez prélever à la sortie une tension stabilisée de 15 V ou une de 12 V, vous devrez utiliser un régulateur uA7815 ou L7815 et insérer le cavalier femelle dans le connecteur J1 sur le côté A correspondant à 17 V.



L 7812
L 7815

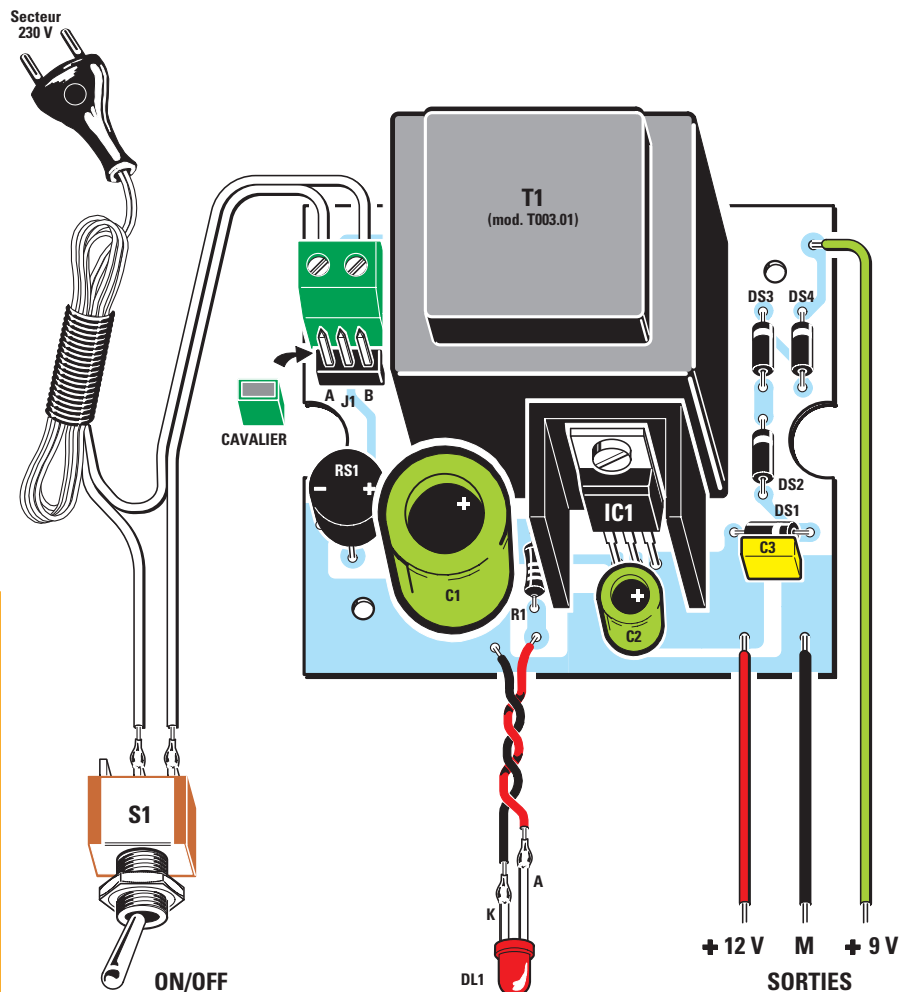


LED



Figure 5 : À gauche, brochage du régulateur IC1 (L7812-L7815 sont équivalents respectivement au uA7812 et au uA7815). À droite, brochage A-K de la LED : comme vous le voyez, la patte la plus longue est l'anode A.

Figure 6a : Schéma d'implantation des composants de l'alimentation décrite dans cet article. Le connecteur indiqué «cavalier» est à insérer sur le côté B si vous utilisez le régulateur L7812 fournissant les tensions de 12-9 V, ou sur le côté A si vous choisissez le régulateur ICI L7815 fournissant les tensions de 15-12 V.



Liste des composants EN1719

R1 1.5 k
 C1 1 000 µF électrolytique/25V
 C2 100 µF électrolytique
 C3 100 nF polyester
 DL1 ... LED
 DS1 .. 1N4004
 [...] ...
 DS4 .. 1N4004
 RS1 ... pont redresseur 100 V 1 A
 IC1 régulateur L7812 pour la Figure 3
 IC1 régulateur L7815 pour la Figure 4
 T1 transfo. 3 VA (modèle T003.01) secondaire 14-17 V 0,2 A
 S1 interrupteur
 J1 cavalier

Figure 7 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'alimentation décrite dans cet article. Sur les 5 picots, soudez les fils à relier à la LED et ceux pour la sortie des tensions stabilisées de 12-9 V ou bien de 15-12 V.

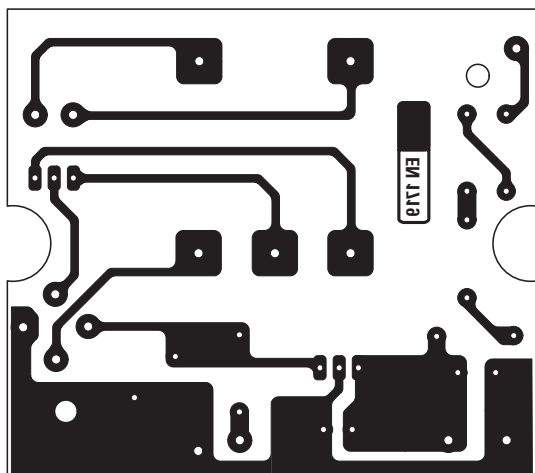
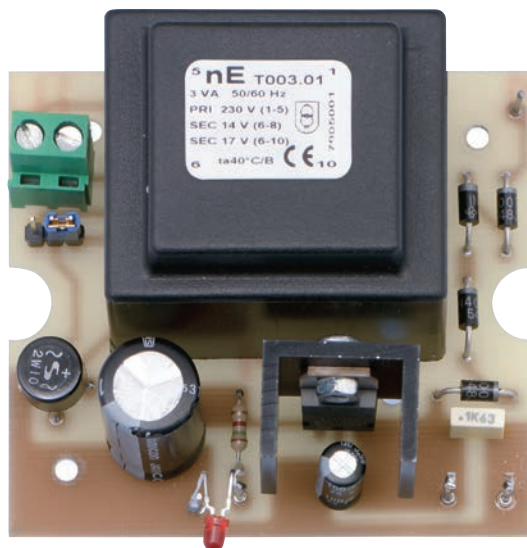


Figure 6b : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé.



Après le transformateur vous pouvez insérer le pont redresseur **RS1**, en maintenant son boîtier à environ **1 cm** de la surface. Avant de souder ses broches, vérifiez que les symboles **+/-** de son boîtier sont bien orientés comme indiqué sur la figure 6a, c'est-à-dire que le signe **+** soit tourné vers le condensateur électrolytique **C1**.

Poursuivons le montage : fixez le régulateur **IC1** à son petit dissipateur en profilé en **U** au moyen d'un petit boulon, puis insérez ses trois pattes dans les trous du circuit imprimé et soudez-les avec soin sur les pistes de cuivre.

Quand cette opération est terminée, vous pouvez insérer les deux **condensateurs polarisés électrolytiques** en respectant bien la polarité **+/-** des deux pattes et, à droite, le petit **condensateur polyester C3**.

Côté gauche du circuit imprimé, insérez le bornier à **2 pôles** nécessaire pour faire entrer la tension du secteur **230 V** et pour connecter l'interrupteur **S1** (voir figure 6) ; montez ensuite à proximité de ce bornier le connecteur mâle à **3 broches J1**, qui servira pour prélever sur le secondaire du transformateur **T1** le **14** ou le **17 V**.

Côté droit du circuit imprimé, vous pouvez insérer les diodes au silicium **DS1-DS2-DS3-DS4**, en dirigeant leurs **bandes blanches** comme le montre la figure 6a. Vous pouvez enfin monter les **picots** sur le circuit imprimé : ils serviront à relier les fils de la **LED** et ceux des **douilles** de sortie.

Une fois le montage terminé, coupez les longueurs de pattes et broches excédentaires et installez la platine soit directement dans le circuit à alimenter, soit dans le petit boîtier plastique disponible.

Le montage dans le boîtier

Avec le matériel disponible vous avez un petit **boîtier plastique** au fond duquel vous pourrez protéger la platine (voir figure 2). La face avant et le panneau arrière de ce boîtier plastique **ne sont pas percés** parce que l'industriel

qui les fournit demandait pour ces quelques trous un prix supérieur à celui du boîtier plastique lui-même non percé !

Comme la face avant et le panneau arrière sont en **plastique** et que les **trous** sont tous ronds, il suffira d'utiliser une petite perceuse, même non électrique, pour les réaliser.

Pour l'**interrupteur S1** il faut faire un trou avec un foret de **6,5 mm**. Pour le **porte-LED chromé** il faut faire un trou avec un foret de **6,0 mm**. Pour les fils de sortie et pour entrer dans le panneau arrière avec le cordon secteur **230 V**, il est nécessaire de réaliser un trou de **6,5 mm**.

Pour sortir avec une tension de **12 V** utilisez deux fils souples isolés plastique, de couleur **rouge** pour le **positif** et **noir** pour le **négatif** ; pour le **9 V** vous pouvez utiliser un fil de couleur différente.

Quand vous avez réalisé ces trous, vous pouvez monter l'interrupteur **S1** et le porte-LED chromé.

Lorsque vous relierez les deux fils alimentant la **LED**, souvenez-vous que vous devez respecter la polarité des deux pattes **A-K** qui, comme vous pouvez le voir en figure 5, sont de longueurs différentes. Si vous les intervertissiez, la LED **ne s'allumerait pas** mais dans ce cas vous n'auriez qu'à les **ré inverser** pour résoudre le problème.

Avant de fixer la platine au fond du boîtier plastique, enfoncez le cavalier **femelle** sur le connecteur mâle **J1** dans la position **B** pour **14 V** si vous avez utilisé le régulateur **uA7812** ou dans la position **A** pour **17 V** si vous avez utilisé le régulateur **uA7815** (voir figure 4).

Après avoir enfilé dans le panneau arrière le câble bifilaire du cordon d'alimentation, reliez-le au bornier et à l'interrupteur **S1** et, si vous voulez éviter qu'en «tirant» par mégarde sur ce cordon il ne s'arrache, faites simplement un nœud. Après avoir fermé le boîtier plastique, vous aurez à votre disposition une petite alimentation stabilisée qui vous sera très utile pour alimenter de petits montages.


Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette alimentation **EN1719** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/120.zip> ◆

www.comelec.fr



Énergie renouvelable

Chargeur solaire

Réf. : SOL17 Prix : 36.90 €

Facile à installer, parfait pour utilisation sur le terrain de camping ou dans un endroit sans prise de courant. Idéal pour alimenter/recharger téléphone portable, GPS, PDA, lecteur MP3, ...etc fiches incluses.

Dimensions: 120 x 70 x 15 mm - Poids: 100 g

COMELEC

GD 908 - 13720 BELCODENE

Tél. : 04 42 70 63 90

Fax : 04 42 70 63 95

Comelec 09/2012

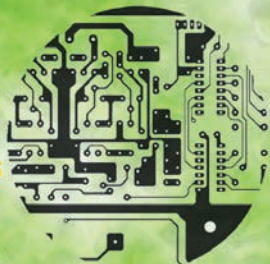
Photos non contractuelles. Publicité valable pour le mois de parution. Prix exprimés en euro toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions.

SERILEC

E.MAIL : SERILEC2@WANADOO.FR

SPÉCIALISATION:

**PROTOTYPE
PETITES ET MOYENNES SERIES**



RÉALISATION:



**CIRCUITS SIMPLE FACE
CIRCUITS DOUBLE FACE
CIRCUITS MULTICOUCHES DE 3 à 6**

**FINITION SELECTIVE
TEST À SONDE**

TÉL. : 04.42.24.39.52 FAX : 04.42.24.47.55

**70 RUE LOUIS ARMAND
13795 AIX EN PROVENCE CEDEX**

Lycée Professionnel & Technologique
ÉCOLE MODÈLE D'ÉLECTRONIQUE

EME

Bac Pro. SEN en 3 ans

(Systèmes Electroniques Numériques)



Bac STI

(Option Électronique)

BTS SE

(Systèmes Électroniques)

233, Bd de saint Marcel 13396 MARSEILLE Cedex 11
Tél.: 04 91 44 65 37- Fax: 04 91 89 23 82

WWW.eme-enseignement.fr

ABONNEZ-VOUS

OUI,

Je m'abonne à

ELECTRONIQUE
ET LOISIRS
LE MENSUEL DE L'ELECTRONIQUE POUR TOUS

A PARTIR DU N° 121 ou supérieur



N°

E0120

Ci-joint mon règlement de _____ € correspondant à un abonnement de 4 revues Annuel

Règlement CB directement sur le site www.electronique-magazine.com rubrique **Abonnement**

Adresser mon abonnement à :

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. _____ e-mail _____

Date, le _____

Signature obligatoire ▷

L'ASSURANCE de ne manquer aucun numéro en recevant votre revue directement dans votre boîte aux lettres près d'une semaine avant sa sortie en kiosques.

BÉNÉFICIER de 50% de remise** sur les CD-ROM des anciens numéros

TARIFS FRANCE

☐ **4 numéros** **28€,00**

TARIFS CEE/EUROPE

☐ **4 numéros** **32€,00**

DOM-TOM/HORS CEE OU EUROPE:

**NOUS CONSULTER SUR
www.electronique-magazine.com
rubrique Abonnement**

**POUR TOUT CHANGEMENT
D'ADRESSE, N'OUBLIEZ PAS DE
NOUS INDIQUER VOTRE NUMÉRO
D'ABONNÉ (INSCRIT SUR
L'EMBALLAGE)**

Bulletin à retourner à: JMJ – Abo. ELM

B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE - Tél. 0820 820 534 - Fax 0820 820 722

Achète 32 circuits intégrés National Semiconductor LM1494N ou équivalents EXAR RA 404 - Achète 16 circuits intégrés National Semiconductor LM1492N ou équivalents EXAR RA 402 - (18 Broches) Mm. Serge Rigal commune d'Arcambal lieu dit la plaine 46090 Cahors - Lot - France

Recherche égaliseur graphique stéréo modèle Yamaha EQ-550 Téléphoner au : 02 99 33 88 19

Recherche schéma TV Mitsubishi Réf. CT-29BFST pour réparation. Paiement des frais M. Cougnaud Tél : 06 15 80 81 65 aux repas.

Achète et recherche Multimètre analogique Metrix Modèle 462 faire offre au Tél. : 06 83 63 28 11 E-mail. : schneider.audio@noos.fr

Vends série CMOS de 4000 à 4099 me contacter au Tél. : 03 29 78 76 14 pour le prix

Recherche pour restaurer un ancien récepteur Philips modèle 930A un jeu de lampes comprenant : une lampe B443 deux lampes E438 ou E438B, une lampe 1801, ensemble ou séparément. Faire une offre au Tél. : 02 31 92 14 80

Achète et recherche Président Lincoln et Jackson 240 canaux même en panne faire offre au Tél. : 03 88 39 98 70



ANNONCEZ-VOUS !

VOTRE ANNONCE POUR SEULEMENT 2 TIMBRES* À 0,57 € !

LIGNES	TEXTE : 30 CARACTÈRES PAR LIGNE. VEUILLEZ RÉDIGER VOTRE PA EN MAJUSCULES. LAISSEZ UN BLANC ENTRE LES MOTS.
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

*Particuliers : 2 timbres à 0,57 € - Professionnels : La grille : 90,00 € TTC - PA avec photo : + 30,00 € - PA encadrée : + 8,00 €

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville

Toute annonce professionnelle doit être accompagnée de son règlement libellé à l'ordre de JMJ éditions. Envoyez la grille, avant le 10 précédent le mois de parution, accompagnée de votre règlement à l'adresse:

JMJ/ELECTRONIQUE • Service PA • BP 20025 • 13720 LA BOUILLADISSE

Directeur de Publication
Rédacteur en chef
Jean Marc MOSCATI
redaction@electronique-magazine.com

Direction - Administration
JMJ éditions
B.P. 20025
13720 LA BOUILLADISSE
Tél. : 0820 820 534

Secrétariat - Abonnements
Petites-annonces - Ventes
A la revue

Vente au numéro
A la revue

Publicité
A la revue

Maquette - Illustration
Composition - Photogravure
JMJ éditions sarl

Impression
Print Courtage
25 Bd Bouès
13003 Marseille

Distribution
NMPP

Hot Line Technique
0820 820 534 *
du lundi au vendredi de 16 h à 18 h

Web
www.electronique-magazine.com
e-mail
info@electronique-magazine.com

* prix d'un appel local

ELECTRONIQUE
ET LOISIRS
LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS

EST RÉALISÉ
EN COLLABORATION AVEC :

ELECTRONICA
Elettronica In

JMJ éditions
Sarl au capital social de 7800 €
RCS MARSEILLE : 421 860 925
APE 221E
Commission paritaire: 1015T79056
ISSN: 1295-9693
Dépôt légal à parution

IMPORTANT

Reproduction, totale ou partielle, par tous moyens et sur tous supports, y compris l'internet, interdite sans accord écrit de l'Editeur. Toute utilisation des articles de ce magazine à des fins de notice ou à des fins commerciales est soumise à autorisation écrite de l'Editeur. Toute utilisation non autorisée fera l'objet de poursuites. Les opinions exprimées ainsi que les articles n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas obligatoirement l'opinion de la rédaction. L'Editeur décline toute responsabilité quant à la teneur des annonces de publicités insérées dans le magazine et des transactions qui en découlent. L'Editeur se réserve le droit de refuser les annonces et publicités sans avoir à justifier ce refus. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés ne sont communiqués qu'aux services internes de la société, ainsi qu'aux organismes liés contractuellement pour le routage. Les informations peuvent faire l'objet d'un droit d'accès et de rectification dans le cadre légal.



Au sommaire : Contrôle de température pour aquarium à cellules de PELTIER - Plein feu sur les LED - MINILAB : stop au larcin et autres indiscretions - Mesurer une tension alternative - Adaptateur fréquences pour multimètre - Purificateur d'air électronique à ionisation négative - Soigner l'acouphène et les vertiges - Charger les batteries avec un dynamo - Jauge de niveau d'eau pour citerne - Oscillateur à quartz et circuit intégré TTL - Diviseur de fréquence numérique - Contrôle de tonalité à un amplificateur opérationnel. Trois préamplificateurs à FET et transistor. Testeur de niveaux logiques pour circuit intégré TTL - Clignotant à quatre LED - Oscillateur à ondes carrées. Etc...



Au sommaire : Interphone à un seul circuit intégré - Mesurer la distorsion d'un amplificateur avec un PC - Compteur heures-minutes-secondes, ce compteur de temps ou «timer» offre le choix de compter seulement les secondes ou bien les minutes MINILAB : mesure d'une sinusoïde à l'oscilloscope, apprendre comment mesurer avec l'oscilloscope pour PC l'amplitude d'un signal électrique sinusoïdal et sa fréquence. - Relais piloté par un son ou clap-inter - Deux oscillateurs MAV11 jusqu'à 1 GHz dont un modulé en FM - Mémoire pour le générateur DDS Indicateur lumineux à 12 LED - VCO simple à double monostable - Qu'est-ce que l'impédance et comment la mesurer. Etc...



Au sommaire : Réalisez un theremin en version professionnelle - Deux alimentations à découpage - MINILAB : Emetteur FM 88-96 MHz. Avec le petit émetteur FM de 88-96 MHz, vous comprendrez comment on émet des ondes radio. - Convertisseur N/A USB Avec ce microscopique convertisseur R2R nous allons transformer notre interface USB EN1741 en un convertisseur N/A Numérique/Analogique). - Synthétiseur de 143 MHz à 970 MHz. - Platine universelle pour LM358. - Avec l'antenne active pour ondes courtes que nous vous proposons maintenant de construire, vous pourrez enfin satisfaire votre passion en mettant à profit même un espace vital très réduit... Etc...



Au sommaire : Détecteur de trois types de champs polluants «électriques, magnétiques et électromagnétiques» Porté-clé sonore pour MINILAB, avec la commande «Capture», nous vous montrerons comment visualiser sur votre oscilloscope des signaux d'une durée de quelques millièmes de secondes. Capteur infrarouge à réflexion, utile dans de nombreuses applications : contrôle de présence, un interrupteur de proximité etc. Carte USB pour cinq applications et plus - Picomètre USB pour mesurer la graisse corporelle - Clôture électrique pour protéger les jardins et les élevages. - Microphone actif pour améliorer l'audition - Qu'est-ce que la TNT ?



Au sommaire : Appareil pour la thérapie SHIATSU-CHROME agissant sur ces points par massage, pour soulager les douleurs et les tensions - Des LED pour créer dans votre maison des effets de lumières enchantées - Une alimentation à tout faire avec transformateurs de récupération ayant un secondaire compris entre 13 et 24 V. Vu-mètre de précision avec échelle linéaire en dB - Mesureur de fréquence de la persistance rétinienne pour effectuer des tests très utiles pour mieux connaître l'état de votre vue - Coussinet diffuseur pour la magnétothérapie, vous aurez la possibilité de soigner des zones plus étendues du corps BF. Etc...

8,50 € par revue, frais de port inclus pour la France (CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.)



Au sommaire : Chargeur de batterie sans fil, vous pourrez recharger vos batteries au plomb - Détecteur de métaux à impulsions - Taser/dissuadeur anti agression, dispositif délivrant des impulsions à haute tension, portatif, il peut être utilisé tant pour mesurer l'immunité de nos appareils électroniques par rapport aux parasites que pour la défense personnelle - MINILAB : Lumières psychédéliques à LED - Convertisseur d'ultrasons en sons audibles - Doubler la puissance du linéaire RF 88-108 MHz - Un automate pour faire face aux coupures de courant, ce montage vous permet de rallumer automatiquement les appareils domestiques mais pas tous en même temps, afin d'éviter le désagrément du black-out à répétition - Luminaire à LED en 230 V réglable par variateur. Etc...



Au sommaire : Récepteur DRM s'affranchir des frontières pour l'écoute radio - MINILAB : Lumières psychédéliques Variateur 230 VAC à MOSFET - ITESLA La note aiguë d'une soprano, le chant d'un rossignol ou la totalité d'un morceau de musique peuvent-ils être reproduit fidèlement Signalisation d'alarme multifonction cet automatisme simple se prête à de multiples exigences - Sirene-flash anti agression ce dispositif a été conçu pour contribuer à la sécurité personnel - Alarme anti inondation capacitive Une fuite d'eau peut rapidement se transformer en une petite catastrophe domestique - Facteur Q Leçon d'approfondissement, nous examinerons le Quality Factor des composants électroniques - condensateurs et selfs - et celui des circuits résonants. Etc...



Au sommaire : Récepteur DRM s'affranchir des frontières pour l'écoute radio - MINILAB : Lumières psychédéliques Variateur 230 VAC à MOSFET - ITESLA La note aiguë d'une soprano, le chant d'un rossignol ou la totalité d'un morceau de musique peuvent-ils être reproduit fidèlement Signalisation d'alarme multifonction cet automatisme simple se prête à de multiples exigences - Sirene-flash anti agression ce dispositif a été conçu pour contribuer à la sécurité personnel - Alarme anti inondation capacitive Une fuite d'eau peut rapidement se transformer en une petite catastrophe domestique - Facteur Q Leçon d'approfondissement, nous examinerons le Quality Factor des composants électroniques - condensateurs et selfs - et celui des circuits résonants. Etc...



Au sommaire : Surveiller les fissures des murs avec l'USB - Stand-by (veille) off réactivable avec la télécommande: Réduisez votre facture d'électricité - Mesurer la distorsion avec un simple multimètre - Un selfmètre pour mesurer l'inductance des selfs - Mesurer la température avec le Minilab - Platine universelle pour LM358 (suite) - Nous allons vous proposer en particulier de construire : - un comparateur à fenêtre avec alimentation double - un amplificateur différentiel avec alimentation simple - un sommateur inverseur et non inverseur avec alimentation double - un convertisseur tension / courant - un comparateur trigger de Schmitt - un intégrateur inverseur - un dérivateur inverseur - un amplificateur pour DDS. Etc...



Au sommaire : ÉLECTORÉFLEX le générateur d'ondes «chinoises» utilisables par les physiothérapeutes, naturopathes, homéopathes, Traitements antalgiques, traitements utilisés pour contrer les douleurs aiguës de différentes origines - Amplificateur Hi-Fi stéréo 2x20 W en classe D, amplificateur aux dimensions réduites, que vous pourrez relier à votre Ipod, mp3 - Les rayons infrarouges avec le Minilab, expérimentations qui vous aideront à comprendre comment fonctionnent les dispositifs électroniques utilisant ces invisibles radiations électromagnétiques - Impédancemètre USB pour PC Seconde partie, le logiciel - Testeur d'injecteur pour automobile - Les amplificateurs RF à MMIC. très intéressants pour celui qui opère dans le domaine de la radiofréquence. Etc...

8,50 € par revue, frais de port inclus pour la France (CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.)

CD-ROM ENTIÈREMENT IMPRIMABLE

LISEZ ET IMPRIMEZ VOTRE REVUE SUR VOTRE ORDINATEUR PC OU MACINTOSH

50 € Les 3 CD du Cours d'Électronique en Partant de Zéro

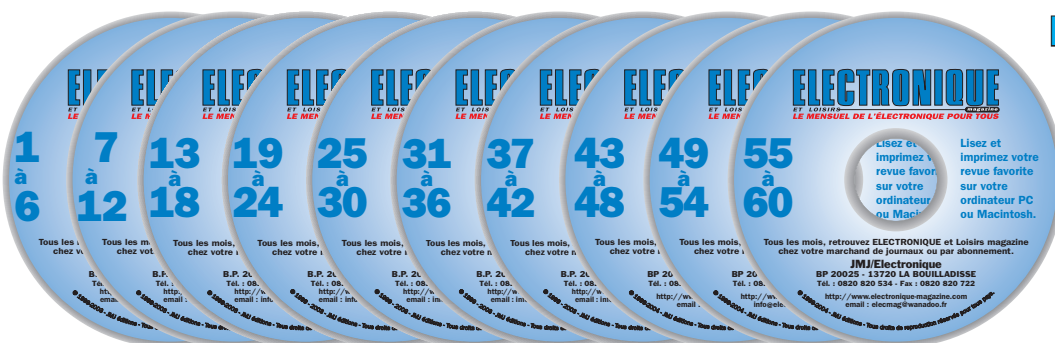


← **COURS**

**SOMMAIRE INTERACTIF
ENTIÈREMENT IMPRIMABLE**



**Numéros spéciaux
5.50 €
l'unité**



LE CD 6 NUMÉROS 25€



**50% DE REMISE
POUR NOS ABONNÉS
SUR TOUS LES CD**

**DES ANCIENS NUMÉROS
6 ou 12 NUMÉROS**



LE CD 12 NUMÉROS 45€

FRAIS DE PORT INCLUS POUR LA FRANCE (DOM-TOM ET AUTRES PAYS: NOUS CONSULTER.)

JMJ/ELECTRONIQUE - B.P. 20025 - 13720 LA BOULLADISSE règlement par Chèque à l'ordre de **JMJ ÉDITIONS**
règlement par Carte Bancaire sur notre site: www.electronique-magazine.com - téléphone : 0820 820 534

CAMÉRA IP

CAMÉRA DÔME IP

Cette caméra intègre le DSP Effio de Sony. - boîtier anti-vandalisme (IPxx7) - faible sensibilité lumineuse (0.05 lux @ F1.4) - objectif varifocal f3.8 ~ f9.5mm - capteur: capteur couleur HR 1/3" CCD - nombre de pixels: 753(H) x 582(V) PAL - résolution: 600 lignes TV - rapport S/B: > 48dB (AGC off) - obturateur électronique: 1/50 à 1/100 000 sec - objectif: f3.8 ~ f9.5mm / F1.4 - angle de l'objectif: 84.5° ~ 36° - contrôle de l'iris: AES - super HR - AGC: oui - audio: non - balance des blancs: automatique - sortie vidéo: 1.0 Vpp composite, 75 ohms - alimentation: 12Vcc - consommation: 70mA - température de travail: 0°C ~ 45°C - dimensions: Ø124.5 x 92mm - poids: 460g



CAMCOLD21
179,00 €

CAMÉRA BULLET COULEUR IP - WI-FI - IR



CAMIP7
159,70 €

CAMÉRA COULEUR IP - WI-FI

CAMIP5N
142,90€

facile à installer - mouvements pan/tilt pilotés à distance - microphone et haut-parleur intégrés - notification de détection de mouvement via e-mail ou téléchargement d'images vers FTP - entrée et sortie audio - capteur: CMOS

couleur 1/4" - objectif: f3.6mm / F2.4 - angle de vue: 64° - éclairage min.: 0.5 lux - nombre de pixels: 640(H) x 480(V) - PAL - pan/tilt intégré: pilotable via internet - gauche/droite: 300° - haut/bas: 120° - protocoles réseau - connexion filaire: Ethernet 10/100 Base-T et RJ45 - connexion réseau - audio: microphone intégré - format de compression: MJPEG - vitesse de l'image: 15 IPS (VGA), 30 IPS (QVGA) - résolution: 640 x 480 (VGA), 320 x 240 (QVGA) - alimentation: 5Vcc - dimensions: 110 x 100 x 108mm - poids: 333g

Facile à installer, résistante à l'eau - connexion Wi-Fi sécurisée et connexion LAN filaire - 24 LED IR (portée jusqu'à 20m) - notification de détection de mouvement via e-mail ou téléchargement d'images vers FTP indice IP: IP66 - capteur: CMOS couleur 1/4" - objectif: f6.0mm / F2.4 - éclairage min.: 0.5 lux - nombre de pixels: 640(H) x 480(V) PAL - protocoles réseau supportés: TCP/IP, UDP, IMCP, SMTP, HTTP, FTP, DNS, DDNS, DHCP, PPPoE - connexion filaire: Ethernet 10/100 Base-T et RJ45 - connexion sans fil - connexion réseau - format de compression: MJPEG - vitesse de l'image: 15 IPS (VGA), 30 IPS (QVGA) - résolution: 640 x 480 (VGA), 320 x 240 (QVGA) - dimensions: 140 x 75 x 80mm - alimentation: 5Vcc - angle de l'objectif: 41° poids: 800g

CAMÉRA IP «INTELLIGENTE» PUSH VIDEO SUR IPHONE/IPAD/ANDROID

AVN80X
379,00€



La caméra «AVN80X» n'est pas une simple caméra IP, elle intègre un détecteur infrarouge, une Led Blanche (activable à distance), un microphone, un haut-parleur. Entrée/sortie permettant de la relier à d'autres dispositifs de sécurité (contacteur magnétique, capteur infrarouge, détecteur de fumée ou d'activer d'autres systèmes à distance, pour une sécurité renforcée). Fonction PTZ numérique (rotation Haut/Bas et Zoom du capteur vidéo). En cas de détection la caméra vous alerte immédiatement (fonction «Push Video») sur votre Smartphone (application EaglesEyes gratuite à installer au préalable), vous pouvez alors voir ce qui se passe et inter-réagir (activation Led, écoute/dialogue, activation de la sortie, etc...). Vous pouvez également consulter l'historique d'événements ainsi que la vidéo enregistrée. Un lecteur pour carte MicroSD™ (non incluse) est intégré à la caméra pour stocker vos enregistrements directement sur cette dernière.

CAMÉRA IP IVS 1.3 MÉGAPIXEL AVEC PUSH VIDEO - EAGLE EYES

CAMIP9
336,00 €



La caméra «CAMIP9» est la première caméra IP intelligente dans le monde. Cette caméra IP envoie instantanément une notification d'alerte à l'iPhone, iPad, iPod touch ou téléphone Android avec le logiciel Eagle Eyes lorsqu'un événement survient. Facile à configurer et dispose de beaucoup de fonctions de surveillance mobile. Capteur SONY H.R. avec la qualité HDTV 720p (Alerte vidéo instantanée) permet l'envoi immédiat d'un message d'alerte sur votre téléphone iPhone en Android lorsqu'un événement préprogrammé survient. Vous pourrez visualiser la vidéo enregistrée après confirmation de réception. - Interconnexion I/O avec d'autres dispositifs d'alarme externe - Microphone intégrés - Surveillance à distance - Complètement compatible avec iPhone & iPad, et Internet Explorer sous le système d'exploitation Windows - Compatibilité moyenne pour téléphones Android, navigateurs web Firefox, Google Chrome et Safari - élément d'enregistrement: SONY H.R. image sensor - Dimensions de l'afficheur: 1/4" - éclairage min.: 0.1 lux / F1.5 - Balance des blancs: ATW - AGC: automatique - Contrôle de l'iris: AES - Objectif: f3.8mm / F1.5 - Angle de vue: 62.7° - Interface réseau: Ethernet - Format de compression vidéo: H.264, MPEG4, MJPEG - Message d'alerte: FTP / e-mail / push vidéo - I/O alarme externe - Microphone Capteur PIR: portée de détection avec grand angle de vue de 76° - Température de service: 0°C ~ 40°C - Alimentation: 5Vcc / 1A - Dimensions: 59 x 95mm - Poids: 420g - Indice IP: n.a.

SPÉCIAL SMARTPHONES.



AVN812
415,00 €



CD 908 - 13720 BELCODÈNE
Tél. : 04 42 70 63 90
Fax : 04 42 70 63 95
www.comelec.fr