

CONSTRUISEZ UN RECEPTEUR DE FREQUENCE ETALON ET DE SIGNAUX HORAIRES SUR FRANCE INTER 162 kHz

Comment avoir la certitude de mesurer une fréquence correcte ou d'être sûr que votre ordinateur personnel est à l'heure ? La solution proposée est à la fois simple à réaliser et peu onéreuse par rapport à un oscillateur à quartz de haute précision. Ce récepteur permet de disposer à tout moment d'une précision diabolique pouvant être meilleure que tout oscillateur à quartz !

Le bricoleur ou le radioamateur finit toujours par douter de son matériel. Suis-je sur la bonne fréquence, ou est-ce mon correspondant qui ne l'est pas ? J'ai construit un fréquencemètre comment l'étalonner, quelle est sa précision ? Tant de questions qu'on entend sur l'air ou que l'on peut se poser. La réponse est dans les lignes qui vont suivre, mais tout d'abord voyons de quelle précision nous avons besoin.

A l'atelier, ce récepteur sert à piloter le fréquencemètre et le générateur HF, plus on monte en fréquence plus la précision est indispensable.

A la station, il servira à vérifier un récepteur ou contrôler votre émetteur-récepteur décimétrique (les notices donnent souvent des procédures de réglages à partir d'une porteuse étalon). Les amateurs de SHF, au-delà du GHz, apprécieront d'être exactement sur la fréquence d'un rendez-vous.

A la quête du ppm !

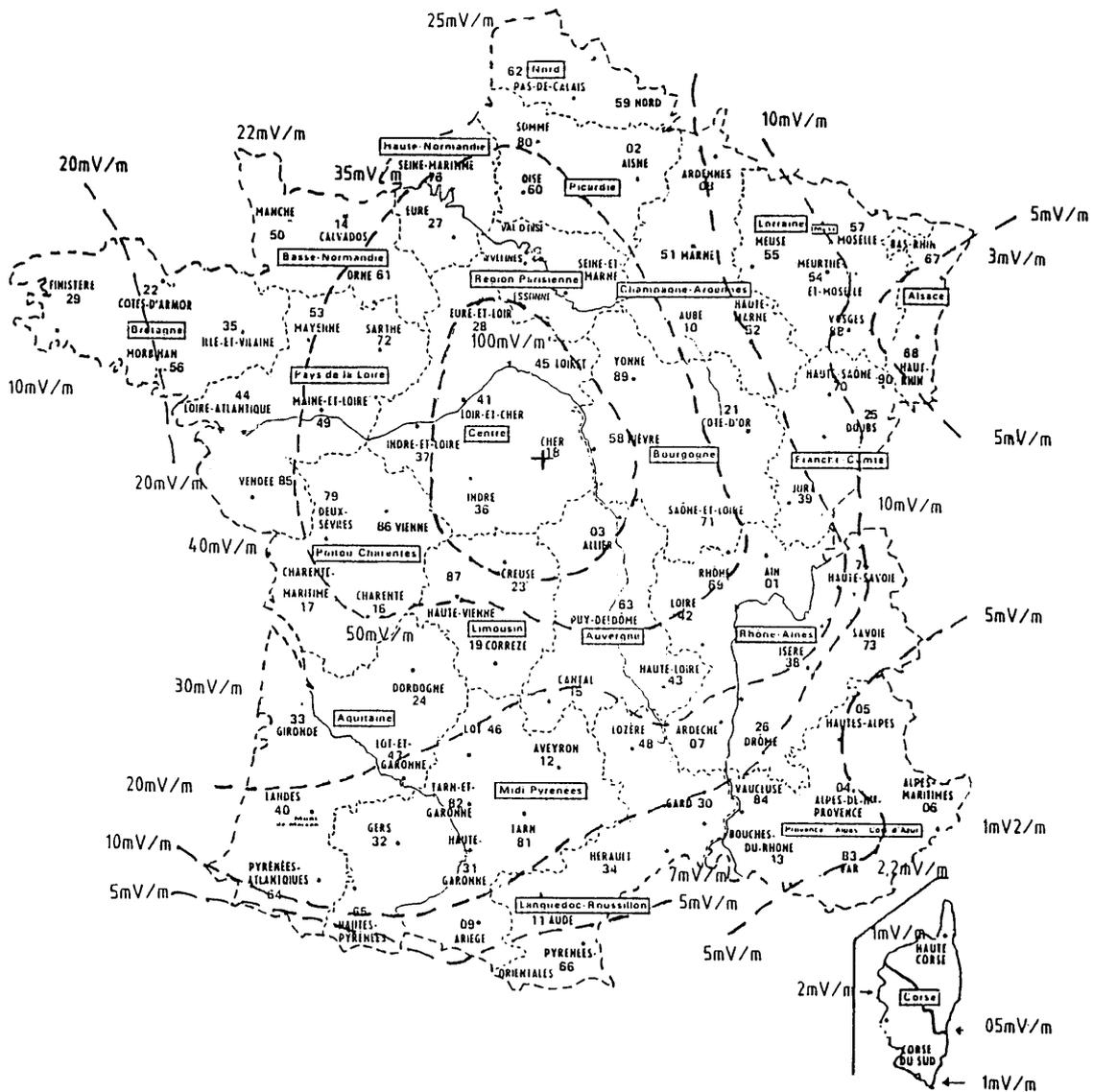
La recherche d'une précision absolue peut s'apparenter à un idéal. On s'en approche toujours mais on y arrivera jamais. La dérive d'un oscillateur à quartz ne s'évalue pas en %, mais en ppm (partie par million) ou en puissance de dix. $1 \text{ ppm} = 10^{-6} = 0,0001 \%$. Le tableau ci-dessous donne les ordres de précision pour différents types d'oscillateurs.

| TYPE D'OSCILLATEUR | PRECISION en ppm |
|------------------------------|-----------------------|
| quartz informatique pas cher | 50 à 200 ppm |
| quartz de télécommunications | 1 à 10 ppm |
| oscillateur compensé | 0,1 à 1 ppm |
| oscillateur thermostaté | 0,001 à 0,1 ppm |
| oscillateur atomique | environ 0,0000001 ppm |

Si vous possédez un fréquencemètre de 8 digits et que vous voulez profiter du maximum d'affichage, il vous faudrait atteindre une précision d'au moins 10^{-8} (0,01 ppm). Quand au quartz qui est dedans dont la précision est de l'ordre de 10 ppm, vous pouvez compter que sur les 5 premiers digits de la fréquence affichée !
Dommage de ne pas disposer d'une meilleure précision !

L'émetteur de France Inter.

L'émetteur de France Inter se trouve à Allouis au Nord-Ouest de Bourges dans le Cher à 47°10'N, 2°12'E. Sa fréquence d'émission est de 162 kHz - 1850 m de longueur d'onde. Imaginez une antenne quart d'onde ! La puissance d'émission dans l'antenne est nominale de 2 MW dans la journée, elle est réduite à 1 MW la nuit (entre 0 h et 6 h). L'antenne est omnidirectionnelle (c'est un pylône rayonnant de 300m de hauteur) avec toutefois une antenne réflective dans l'axe Nord-Sud pour permettre une meilleure diffusion dans les zones dites difficiles du Sud de la France.



La carte ci-dessus montre le champ approximatif sur le territoire français. On distingue deux zones où le champ est faible :

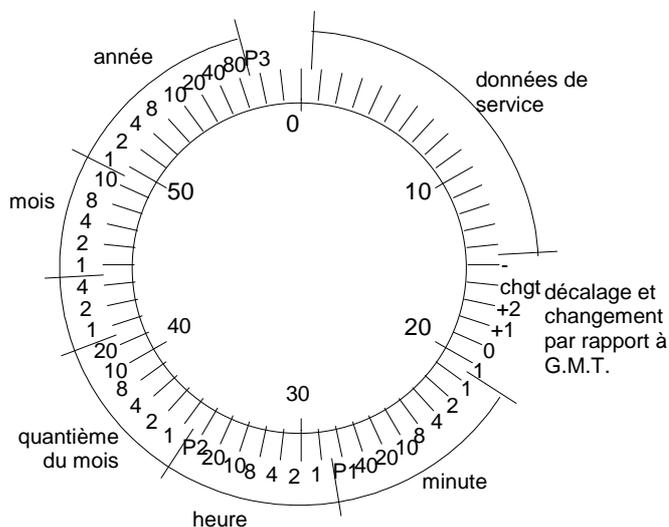
- à l'Est, toute la plaine d'Alsace;
- au Sud, les départements du Var, des Alpes Maritimes et de la Corse.

Rassurez-vous, ce récepteur a été développé en Alsace et testé dans le Sud au port de Toulon (derrière le Mont Pharon !). On capte France Inter également en Suisse, dans le Nord-Est de l'Allemagne et les pays du Bénélux.

Cet émetteur a pour première vocation de diffuser un programme radiophonique en modulation d'amplitude. Il diffuse aussi deux autres informations qui nous intéresseront pour notre récepteur.

Une porteuse étalon asservie en phase par **un oscillateur atomique au Césium** avec une précision de $\pm 10^{-12}$. En réception, l'onde reçue est affectée d'un certain bruit de phase provenant de la propagation et des diverses modulations qui lui sont ajoutées (amplitude et phase). La précision reçue en région parisienne peut être estimée à $\pm 10^{-7}$ par seconde et $\pm 10^{-8}$ sur 10 secondes. Cette précision est largement suffisante pour lire une fréquence exacte sur un fréquencemètre à 8 digits. Si l'on désire contrôler une fréquence plus précisément, il faut compter sur une période allant jusqu'à une journée pour 10^{-12} .

En plus de la modulation d'amplitude par l'audio, la porteuse est modulée en phase par des **données horaires**. Les informations horaires sont diffusées avec le même format que DCF77 (émetteur de Francfort sur 77,5 kHz). A chaque seconde correspond un "0" ou un "1" durant les 60 secondes de la minute. Toutes les minutes, on dispose de l'heure exacte pour la seconde 0 de la minute suivante. Les informations horaires sont celles du temps légal en France (été/hiver). La modulation de phase est triangulaire avec une période de 100 ms pour un "0" ou 2 périodes qui font 200 ms pour un "1", sauf pour la 59ème seconde qui n'est pas modulée du tout pour la synchronisation minute.



La figure ci-contre représente la répartition des informations sur une minute. Entre les secondes 16 et 18, on a l'information pour le changement horaire été/hiver et son décalage par rapport à l'heure GMT. Puis suivent les minutes, les heures, le quantième du mois, le jour de la semaine, le mois et l'année sur deux chiffres.

Le codage de chaque information horaire est suivi par des données numériques (à ce jour non utilisées) pendant 700 ms avec les mêmes signaux triangulaires que les données horaires chaque 25ms (ce qui peut donner des paliers et des pentes différentes). Et enfin, il reste 100 ms qui ne sont pas modulées en phase pour permettre la synchronisation des récepteurs de fréquence étalon.

La modulation de phase d'une seconde est représentée en **figure 1**. La déviation de phase correspond à +/- 1 radian (57°). C'est une variation de phase importante, mais toutefois lente puisque elle peut aussi varier au maximum de -1 à +1 rad en 25 ms. En dérivant ces variations de phase, il en résulte une modulation de fréquence de +/- 6 Hz sur 162 KHz qui est imperceptible sur l'audio. Avec un récepteur BLU, on peut entendre la modulation de phase par un effet de "Trémolo" sur le battement avec la porteuse.

Si vous recevez le signal audio sur un récepteur AM muni d'une antenne ferrite, il n'y aura aucun doute pour que le récepteur de fréquence étalon reçoive également. Lorsque le champ devient plus faible et que l'on n'entend plus l'audio, le décodage des signaux horaires résiste encore sur plus de 10 dB d'atténuation !

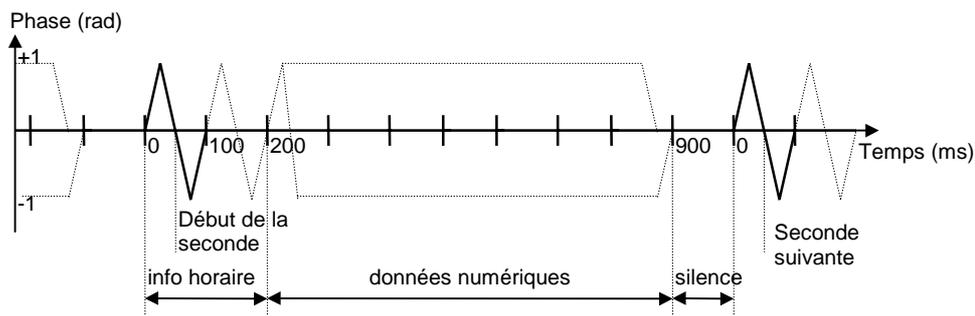


Figure 1 : Modulation de Phase de France Inter.

Une antenne pour France Inter

Avant de décrire la partie récepteur, réalisons une antenne sur 162 KHz.

Par ses dimensions réduites, l'antenne ferrite est bien adaptée dans la gamme des ondes longues. La réalisation suivante est un compromis pour obtenir des performances optimales à 162 kHz avec des composants faciles à trouver (voir article précédent sur la réalisation d'une antenne pour les VLF). Elle est munie d'un amplificateur adaptateur d'impédance pour pouvoir l'éloigner du récepteur par un câble coaxial. On peut l'appeler ainsi antenne active.

La précision de la phase du signal dépendra de la qualité du champ qui risque d'être fortement perturbé par des parasites domestiques ou industriels (télévision, ordinateur moteur à balais, alimentation à découpage...). Pour minimiser ces risques, on soignera le facteur qualité de la bobine et de la ferrite, ainsi que l'intermodulation au niveau de l'amplificateur.

Le bâtonnet ferrite employé a une longueur de 10 à 15 cm ; il convient largement pour recevoir un champ de quelques mV/m. Si l'on se trouve dans un rayon inférieur à 200 km, on peut réduire la longueur à quelques centimètres ! Toutefois, le facteur de qualité de l'antenne est important, on préférera une ferrite cannelée à faible perte (matériau 3D3 de Philips).

La bobine peut très bien être faite en fil monobrin de 2/10ème de mm (le fil divisé isolé en soie est parfois difficile à trouver). Sur une carcasse de pot RM8, on bobinera 200 spires jointives sur plusieurs couches. Puis, la bobine sera bloquée au centre du bâtonnet avec de la cire ou avec un pistolet à colle.

L'accord sur 162 kHz sera ajusté finement après avoir déterminé la capacité fixe (150 à 330 pF) en Styroflex, en Mica ou en céramique NPO/COG (certaines céramiques ne sont pas bonnes pour le facteur de qualité). La capacité C102 dépend de la capacité répartie du bobinage et de l'isolant du fil employé. L'amplificateur est un double collecteur commun dont le rapport d'impédance est très élevé. L'alimentation transite par le câble coaxial avec le signal reçu. Le câble coaxial 50 Ohms peut faire plus de 100 m de long, car les pertes sont très faibles à 162 kHz !

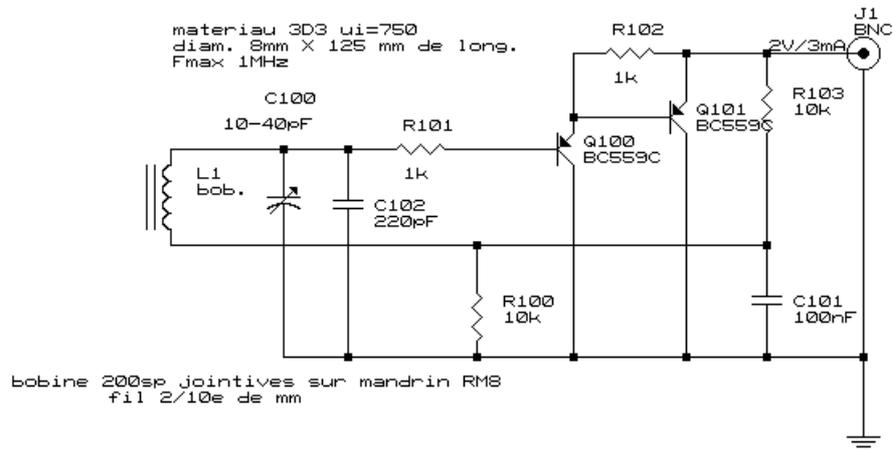


Figure 2 : Schéma de l'antenne active

En respectant les données du schéma, l'antenne a un facteur de qualité de 55 soit 3 kHz de bande passante !

La liaison entre la bobine et la platine sera aussi courte que possible avec du petit fil torsadé.

À la sortie de l'amplificateur, on partira avec du petit coaxial vers l'embase BNC ou SO239.

La ferrite est fragile mécaniquement. Pour la fixer, on peut se servir de passe-fils en caoutchouc ou bien de cavaliers en plastique. En aucun cas, la fixation ne doit faire une spire en court-circuit avec une boucle conductrice.

Pour essayer l'antenne, on câblera entre deux fiches coaxiales deux condensateurs et une résistance d'après la **figure 3** :

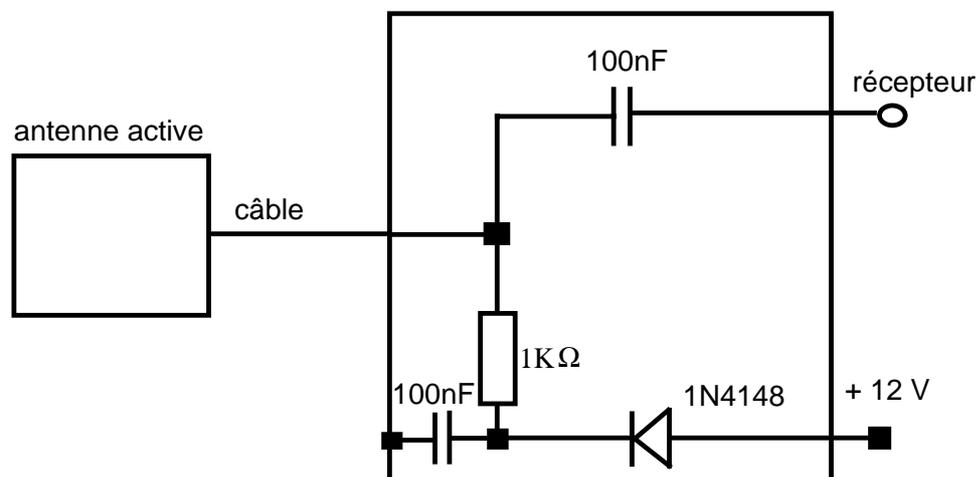
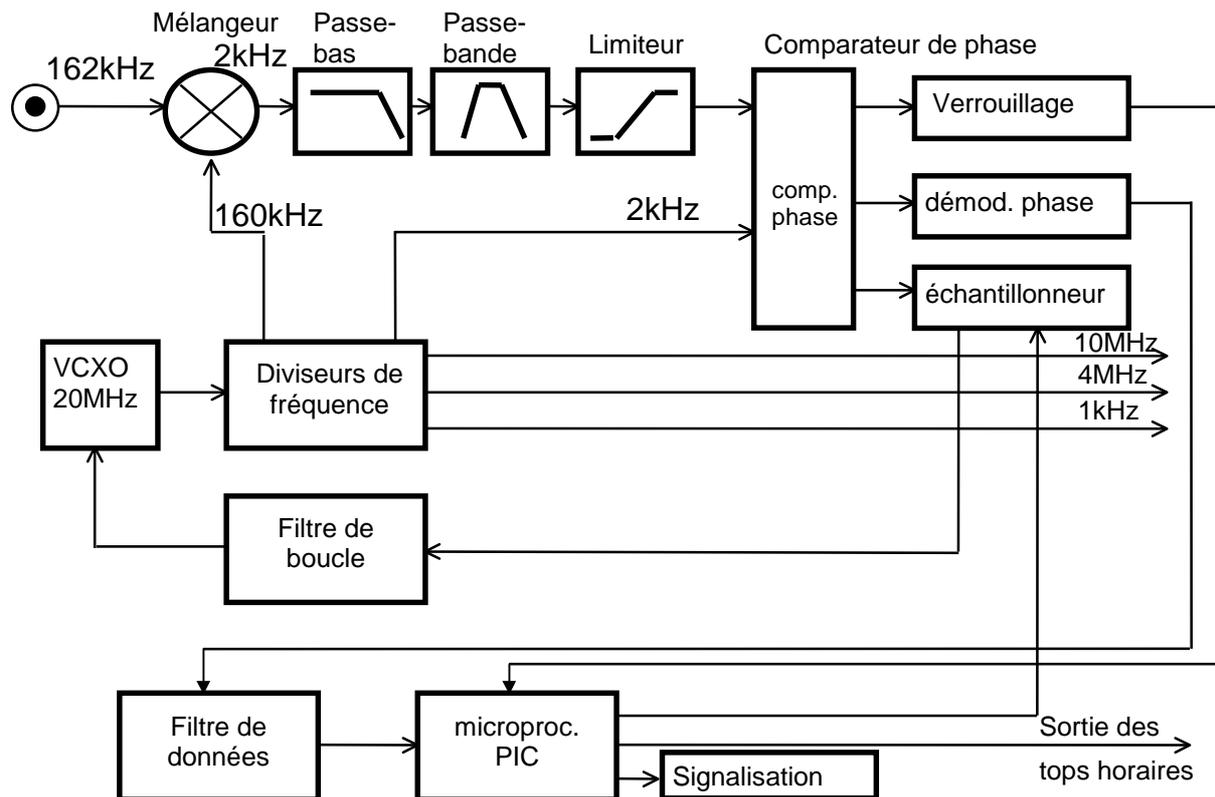


Figure 4 : adaptation pour les essais

Puis sur l'indication du S-mètre d'un récepteur décimétrique, on réglera le CV à un maximum de signal reçu tout en jouant sur l'orientation de la ferrite. Si la capacité d'accord est trop grande, le signal augmente en écartant la bobine vers l'une des extrémité de la ferrite. Dans ce cas réduire C102 puis centrer la bobine au milieu. Le facteur de conversion de cette antenne à été mesuré à -18 dB ; ce qui signifie qu'avec 20mV/m de champ soit 84 dB μ V/m on obtient sous 50 Ohms 2,2mV environ soit 66 dB μ V. La sensibilité du récepteur est de 10 à 20 μ V au verrouillage, il y a donc largement assez de marge avec cette antenne !

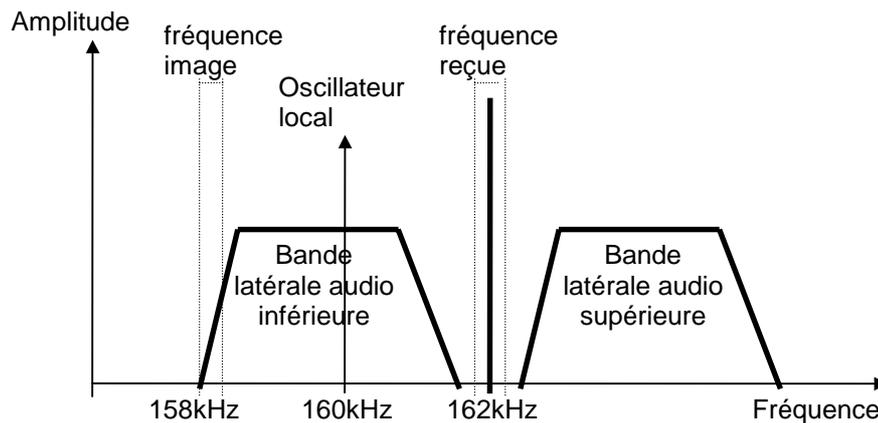
Présentation du récepteur.

La réception de l'émetteur de France Inter en modulation de phase exige une certaine rigueur dans la mise en oeuvre du récepteur. Le récepteur doit être avant tout sélectif et très stable en phase.



Le synoptique montre l'ensemble du récepteur de l'entrée antenne aux sorties de fréquences étalon et de signaux horaires. La sélectivité s'obtient par un filtrage très étroit de la fréquence intermédiaire d'un récepteur à structure super hétérodyne. Ce type de récepteur est bien meilleur qu'un système à amplification directe qui serait

moins sensible et sélectif. Le signal à recevoir (162 kHz) est mélangé à du 160 kHz pour obtenir un battement à 2 kHz. Le filtrage de cette fréquence intermédiaire de 2 kHz n'utilise ni filtre à quartz ni bobinage. De simples filtres actifs RC et un filtre passe bande à surtension élevée permettant d'obtenir une bande passante très étroite de 100 Hz. La fréquence image de ce récepteur à l'inconvénient d'être très proche de 162 kHz. A 158 kHz, on est tout juste à la limite de la bande latérale du signal audio de France Inter, mais cela n'influencera pas le récepteur car l'énergie dans cette bande est plus faible que la porteuse.



Après filtrage de la FI, on passe le signal dans un limiteur à diodes pour éliminer la modulation d'amplitude. La fonction de réception s'arrête au niveau du comparateur de phase. Le reste du montage consiste à traiter la modulation de phase et asservir l'oscillateur à quartz (VCXO) sur la porteuse par une boucle à verrouillage de phase entre le 2 kHz du récepteur et le 2 kHz de l'oscillateur à quartz 20 MHz divisé. L'erreur de phase se traduit par une tension qui corrige l'oscillateur à quartz pour être parfaitement verrouillé.

Le comparateur de phase délivre deux autres informations : la modulation de phase redressée et une information sur l'état de verrouillage de la boucle.

La modulation de phase est traitée par un filtrage et un microcontrôleur pour obtenir les signaux horaires. Le microcontrôleur extrait aussi le silence de modulation qui précède le top horaire.

Pendant le silence de modulation, l'échantillonneur bloqueur est fermé pour asservir le VCXO. Le reste du temps l'échantillonneur est ouvert pour éviter que le VCXO suive la modulation de phase. Ce système de verrouillage exclusif permet un asservissement d'une très grande pureté et réduit les variations de phase du 10 MHz de sortie. La précision à court terme est bien meilleure par rapport à un récepteur qui resterait verrouillé en permanence.

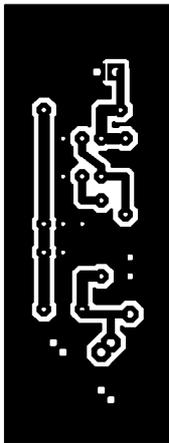
Afin de faciliter le verrouillage du système, l'échantillonneur bloqueur est activé uniquement après une durée de 30 secondes si la boucle de phase est verrouillée.

Puis, il faut encore compter 1 minute pour obtenir la synchronisation minute et seconde du microcontrôleur pour arriver à une fréquence exacte.

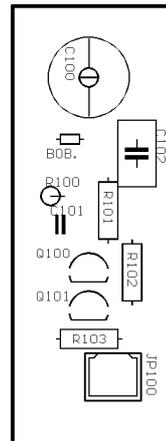
La deuxième partie sera consacré à la réalisation du récepteur et l'exploitation des signaux horaires. A bientôt

Fin de la première partie.

STRICKER Jean-Mathieu F5RCT @ F6KFG.FCAL.FRA.EU



Circuit imprimé de l'antenne et implantation des composants



Liste des composants :

| Quantité | Référence | Désignation |
|----------|-----------|------------------------------|
| 1 | C100 | 10-40pF ou 8-60 pF ajustable |
| 1 | C101 | 100nF |
| 1 | C102 | 150pF styroflex voir texte |
| 1 | J1 | BNC ou SO239 |
| 1 | L1 | bobine 200 spires voir texte |
| 2 | Q100,Q101 | BC559C |
| 2 | R100,R103 | 10k |
| 2 | R101,R102 | 1k |
| 1 | 3D3 | Ferrite 3x8x12.5 |

CONSTRUISEZ UN RECEPTEUR DE FREQUENCE ETALON ET DE SIGNAUX HORAIRES SUR FRANCE INTER 162 kHz

Après avoir fait connaissance avec France Inter, poursuivons notre quête de l'absolu. Etudiez bien le schéma qui va suivre, puis prenez votre fer à souder en main !

Description du schéma

La disposition des différentes fonctions sur le schéma correspond au synoptique précédent. L'entrée antenne est en haut à gauche et les sorties sont à droite.

A l'entrée antenne, le transformateur T1 adapte l'entrée 50 Ohms au transistor MOS Q1 et envoie l'alimentation de l'antenne active par R1.

Le mélangeur Q1 à transistor MOSFET et double grille réalise le produit du 162 kHz venant de T1 par 160 kHz des circuits de division U1 à U3. La charge de Q1 est un gyrateur, c'est-à-dire un amplificateur Q4 et une capacité C33 qui se comportent comme une self avec le condensateur C2. Ce type de montage est équivalent à une self de plus de 280 mH ! L'étage suivant est un filtre passe bas actif qui atténue toutes les fréquences au-delà de 2,5 kHz avec une pente de -18 dB par octave. A la sortie de Q3, le signal subit un filtrage passe haut par C3 et l'impédance de l'étage suivant. L'amplificateur opérationnel U4 est monté en filtre passe bande réactif. Ce filtre a un facteur de qualité de 50 ! Le redresseur D5 et D6 délivre une tension continue proportionnelle au champ reçu. Sur JP1, on raccordera un galvanomètre de quelques centaines de μA qui sera taré par une résistance en série. Cet indicateur de champ servira à orienter l'antenne, il dévie pour 50 à 500 μV à l'entrée du récepteur. Le limiteur diodes D1 et D2 élimine la modulation d'amplitude.

Le comparateur de phase est le circuit 4046 qui en contient deux :

- Le premier P1 est un OU-EXCLUSIF dont sa sortie est filtrée par un triple réseau RC pour extraire la modulation de phase et éliminer les résidus supérieurs à 100 Hz;
- Le deuxième P2 est un comparateur trois états qui possède en plus une sortie PP indicateur de verrouillage.

Les impulsions du comparateur P2 traversent l'échantillonneur bloqueur, puis sont filtrées et intégrées par C43 pour délivrer une tension parfaitement continue sur la varicap D7. L'oscillateur unique oscille sur 20 MHz associé à la diode varicap D7, il devient un oscillateur commandé en tension (VCXO). La plage de variation est limitée à quelques centaines de Hertz autour de 20 MHz ; le condensateur ajustable C47 et la détermination de C28 centrent la plage de l'oscillateur pour 2,5 V sur la varicap. La modulation de phase extraite par le comparateur P1 correspond au module de la variation de phase de France Inter. En effet, le comparateur P1 (ou exclusif) délivrera la même déviation pour un écart de +1 radian ou -1 radian (parce qu'il est centré sur un déphasage nul par le comparateur P2). Il en résulte un effet de redressement de la modulation qui ne gênera pas le décodage horaire. Le circuit

U5A est un comparateur à seuil, puis U5B filtre les données pour "boucher les trous".

A la sortie de U5B, on retrouve les impulsions horaires suivies des données numériques et du silence de modulation.

Les sorties des fréquences étalon sont filtrées et adaptées à 50 Ohms pour éviter les problèmes de réflexions en fonction de la longueur des câbles. Le microcontrôleur PIC recherche le silence de modulation et filtre les données horaires. Il surveille aussi le verrouillage du comparateur de phase.

Sur les sorties du PIC, on trouve les signaux suivants :

- L'information de verrouillage "Lock" qui allume une LED (D8) si la PLL reste verrouillée pendant au moins 30 secondes.
- Le signal de commande de l'échantillonneur bloqueur dont la LED "échant" (D9) s'allume quand le 4066 est fermé. Il est également fermé si la PLL est déverrouillée.
- Les tops horaires de 100 ou 200 ms qui sont compatibles avec le format de DCF77. Une sortie de ces tops sur une prise DB9 permet d'exploiter les signaux horaires sur PC avec un programme de HB9GAA. Une autre sortie commande le transistor Q5 et la LED D4 pour exploiter les tops sur la sortie JP5 avec un module "CONRAD" par exemple (code 0640140-11).

Réalisation pratique

Tous les composants, ainsi que le montage en kit sont disponibles chez « Cholet Composants ». Vous y trouverez également le microprocesseur PIC programmé.

Le circuit imprimé est en simple face au format Europe 100x160mm, avec quelques straps. Dans un coin se trouve le circuit pour l'antenne que l'on découpera avec une petite scie avant de monter les composants.

Pour le montage de l'antenne, reportez vous à la partie précédente de cet article.

La réalisation du récepteur doit fonctionner dès la dernière soudure. Avec un peu d'ordre et de méthode ainsi que de bons outils, on doit y arriver sans erreur de parcours. Chaque fois que l'on soude un composant, le cocher sur la nomenclature... Procurez-vous un fer à souder muni d'une panne fine que l'on essuiera sur une éponge humide.

Soudez les condensateurs et les résistances sans oublier de les cocher un à un sur la liste des composants... Sur le plan d'implantation, les condensateurs électrochimiques sont repérés par un rectangle plein du côté du pôle négatif. Le régulateur RG2 doit être engagé à fond dans ses trous pour que l'ensemble du montage puisse aisément rentrer dans le boîtier en tôle étamée.

Q1 se monte avec la référence sur le dessus et la patte la plus longue (drain) toujours du côté de C2. Le drain d'un mosfet est repérable par un petit carré blanc sur le marquage du composant.

Soudez le support du PIC et les circuits intégrés en veillant bien à les orienter dans le bon sens. Si nécessaire, plier légèrement leurs pattes contre la table pour faciliter l'insertion.

N'oubliez pas les straps qui sont repérés par des traits continus.

Avant de passer aux essais et réglages du montage, effectuez une vérification visuelle des soudures et de l'implantation des composants.

Soudez côté cuivre une capacité céramique de 470pF entre les broches 14 et 9 du circuit U9 (4046), qui sert à éliminer les fronts parasites et les erreurs de phase sur l'entrée analogique.

La mise en boîtier est prévue dans un coffret Schuber (EU 30) en tôle étamée de dimensions 102 x 162 x 30. En perçant le flanc du coffret, arrangez-vous pour aménager le trou du connecteur BNC et RCA tout en ayant le sommet du 7810 à la limite du couvercle supérieur (il reste ainsi environ 5 mm entre le côté soudure et le couvercle inférieur). la découpe du connecteur DB9 est facile avec une cisaille à tôle dans l'un des flancs. Le blindage du récepteur est impératif si on veut obtenir une stabilité optimale.

Mise au point et réglages

Après le montage des composants, prenez soin de vérifier une dernière fois l'orientation des composants et la qualité des soudures.

Alimentez le montage entre 12,5 V et 15 V sur JP7 (attention au sens) et vérifiez que l'intensité ne dépasse pas 70 mA. La LED D9 doit rester allumée tant qu'il n'y a pas de signal ou que le récepteur n'est pas verrouillé. Vérifiez les tensions de polarisation (sans l'antenne) de la partie réception et la présence du 10 MHz et des autres fréquences.

Branchez l'antenne, préreglez la vis de T1 pour qu'elle soit au même niveau que le mandrin de plastique noir. En surveillant la tension continue sur JP1 ou en sortie de U4, rechercher un maximum d'amplitude avec la vis de T1. On agira aussi sur l'orientation de l'antenne et son CV d'accord. Le signal en sortie de JP1 est affecté d'une légère modulation d'amplitude. A l'oscilloscope, on peut déjà voir la modulation de phase sur la sortie de U4 qui fait sautiller la sinusoïde comme un ressort. La partie réception fonctionne, orientez l'antenne dans la direction maximale du champ. Il convient ensuite de régler le quartz pour que la boucle verrouille correctement. Avec un voltmètre haute impédance ($>10M\Omega$) ou un oscilloscope sur le + de C43 et la masse mesurer la tension continue qui doit être comprise entre 0 V et 5 V. Agir lentement sur C47 pour obtenir 2,5 V. On peut s'aider d'un fréquencemètre sur la sortie 10 MHz qui indiquera si l'on se trouve proche de 10 MHz à quelques 10 Hz près.

Si la tension de C43 est inférieure à 2,5 V et que C47 est complètement fermé, souder C28 = 10 pF. Si la tension est supérieure à 2,5 V et que C47 est complètement ouvert, enlevez C28 (4,7 pF).

On peut aussi effectuer ce réglage en forçant la tension de C44 à 2,5 V avec deux résistances de 1K entre C44, la masse et le +5 V. Puis on règle C47 pour s'approcher au plus près de 10 MHz à quelques 10 Hz près. Enlevez tout instrument de mesure et les résistances et observez les LEDs :

- D4 (Tops horaires) doit clignoter au rythme de la seconde. Des clignotements par saccades doivent cesser au bout d'une minute environ dès que la synchro seconde est trouvée (sec 59).

- D8 s'allume si le récepteur est verrouillé sur France Inter pendant au moins 30 secondes. Elle indique un verrouillage primaire de la boucle d'asservissement de phase.

- D9 reste allumée tant que le récepteur n'est pas correctement verrouillé et clignote quand D8 s'allume. D9 clignote avant D4. S'il y a un parasite important, D8 s'éteint et D9 s'allume tant que le récepteur n'est pas verrouillé pendant plus de 30 secondes environ. Puis, le cycle de clignotement reprend. A la seconde 59, on peut observer un trou dans le clignotement.

Entre R30 et R31, on peut observer les triangles de la modulation de phase redressés par rapport au zéro Volt.

La sensibilité au verrouillage se situe entre 10 et 20 μV , avec l'antenne on peut fonctionner jusqu'à 200 $\mu\text{V}/\text{m}$ de champ ! Ce récepteur a été testé sans défaillance près de la frontière Allemande à 10 km de l'émetteur d'Europe 1 (183 kHz) qui est aussi puissant que France Inter !

Exploitation de la fréquence étalon

La pureté de la réception de la fréquence étalon est plus sensible que le signal horaire. Avec la directivité de l'antenne, on recherchera le maximum de champ, mais on peut aussi l'orienter pour atténuer un signal parasite lorsque la ferrite pointe vers la source parasite. A 1 mètre d'un écran SVGA, la réception est encore possible avec moins de 10 mV/m de champ à Strasbourg. On peut s'aider d'un petit récepteur PO-GO dont la ferrite sera dans la même direction que celle de notre récepteur. On peut entendre un sifflement qui provient de l'oscillateur local à 160 kHz en rapprochant les antennes.

A l'atelier, ce récepteur sert à piloter le fréquencemètre et le générateur HF, plus on monte en fréquence plus la précision est indispensable.

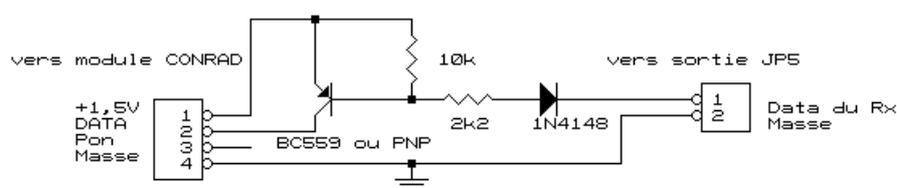
A la station, il servira à vérifier un récepteur ou contrôler votre émetteur-récepteur décimétrique (les notices donnent souvent des procédures de réglages à partir d'une porteuse étalon). Les amateurs de SHF, au-delà du GHz, apprécieront d'être exactement sur la fréquence d'un rendez-vous. On s'assurera toujours du clignotement régulier de D9 et D4 (sans salves).

Exploitation des signaux horaires

La précision de France Inter sont aussi bonnes que DCF77 car elles sont contrôlées par le Bureau International de l'Heure en France dont dépend l'heure du monde entier. Et les interruptions sont moins fréquentes sur France Inter que DCF77 qui n'émet plus en cas d'orage. Si l'on veut une seconde parfaite, il faut connaître le temps de propagation de l'émetteur au récepteur, et du récepteur même ainsi que l'instant précis du Top seconde. Pour l'amateur, la précision relative suffit amplement (1.10^{-12} correspond à une seconde tous les 300 000 ans !). En fonction du temps universel, une seconde peut être ajoutée ou enlevée. Les changements d'heure d'été/hiver sont automatiques, l'heure diffusée est celle du temps légal en France.

Mise à l'heure d'une horloge radio-pilotée

Sur le marché, il existe beaucoup d'horloges pilotées par DCF qu'il est facile de modifier pour France Inter. A partir de la sortie JP5, on obtient les tops horaires négatifs de 100/200 ms, qui seront adaptés par le montage ci-dessous pour un module "Conrad" alimenté sous 1,5 V. Il faut attendre 2 à 3 minutes pour recevoir correctement le codage avant que l'heure s'affiche.



Mise à l'heure de votre ordinateur personnel

Les horloges temps "réel" des PC sont les derniers soucis des fabricants, les dérives atteignent plusieurs minutes au bout de quelques jours si les interruptions sont masquées par certains softs. L'heure est importante pour la mise à jour de fichiers partagés par différents utilisateurs ou lors de la saisie d'informations (journal de trafic).

La prise DB9 du récepteur correspond au brochage d'une RS232 standard qu'il convient de raccorder par un câble (non croisé !) directement à un port série de votre PC.

Sous DOS avec DCF6.15 de HB9GAA

Le logiciel de H39GAA est un résident très complet que l'on peut configurer sur n'importe quel port du PC. La documentation traduite par F5HBN est très détaillée. Après copie du programme dans un répertoire adéquat, on éditera le fichier DCF_615F.BAT qui donne la ligne de commande pour démarrer le programme en fonction de la configuration choisie. Le câblage de la DB9 correspond au masque "M20" sur une RS232. Essayez la ligne de commande suivante que l'on mettra dans un fichier "test.bat" (copie de DCF_615F.BAT sans le texte qui comporte des REMs).

C:\rep\DCF_615.COM /D0 /I3 /M20 /PS2/ SM /T0 / X36 / Z1 /+0 pour le port COM2 (/PS2).

Aussitôt le programme lancé, on voit l'heure qui s'affiche en haut de l'écran et la LED D13 clignote comme D4. Puis dans le répertoire du programme, lancez TEST_DCF.exe. Une montre s'affiche et allume les bits au fur et à mesure du décodage. Lorsque le PC est synchronisé, D12 s'allume et l'affichage dans le coin à droite passe de "Not Sync" à "Sync".

A chaque mise sous tension, on peut lancer la mise à l'heure avec la ligne suivante dans l'Autoexec.bat

C:\rep\DCF_615F.COM /D0 /I3 /M20 /PS2

Sous Windows 3.11 ou WIN95

Le programme de DF8JB est semblable à celui de HB9GAA pour le principe de configuration.

Recopiez les fichiers WINDCF.EXE, BWCC.DLL et WINSYS.DLL dans le répertoire principal de WINDOWS (là où se trouvent aussi d'autres DLL). Créer une icône ou un raccourci avec les outils de Windows. Lancer le programme et cliquer dans le Control-Panel et remplir la fenêtre comme suit :

\$02F8 derrière *Portadresse* pour le COM2 (COM1 = 3F8, COM3 = 3E8, COM4 = 2E8).

Cochez la case à droite de l'adresse (*Ist Basisadresse ...*). Mettre **\$0020** pour le *Bitmaske* sur la RS232 et 150 ms derrière *Mittelwert der Impulslängen*. Fermer la fenêtre par OK. Le petit carré noir doit clignoter, ainsi que D13. Au bout de quelques minutes, le point reste allumé en affichant "*Synchronisiert*". Pour lancer WINDCF au démarrage de Windows, réduire le programme à l'utilisation et faire glisser l'icône dans le groupe démarrage qui tournera en tâche de fond. Il se peut qu'en fermant Windows une erreur se produise, dans ce cas n'utiliser WINDCF que de temps en temps. Sur Internet on trouve aussi d'autres programmes en recherchant "DCF77" sur les sites Allemands.

Maintenant, vous n'aurez plus de raison de ne pas être à l'heure ou d'être décalé en fréquence !!

Jean-Matthieu STRICKER

F5RCT @ F6KFG.FCAL.FRA.EU

Nomenclature des composants :

| Qté | Référence | désignation |
|-----|---|-------------------------|
| 6 | C1,C5,C13,C14,C45,C46 | 47uF/16V |
| 3 | C2,C9,C20 | 22nMKT 5.08 |
| 11 | C3,C8,C11,C12,C50, C51,C52,C53,C54,C55,C56 | 10n 5.08 |
| 8 | C4,C17,C18,C24,C29,C30, C48,C57 | 100n 5.08 |
| 1 | C6 | 470p2% Mica |
| 1 | C7 | 909pF1% Mica |
| 3 | C10,C19,C33 | 220nMKT 5.08 |
| 1 | C15 | 47pF céramique |
| 1 | C16 | 39p céramique |
| 3 | C21,C27,C42 | 2n2 céramique |
| 2 | C23,C41 | 100pF Styroflex ou ce. |
| 2 | C25,C26 | 4u7/16V |
| 1 | C28 | 4p7 céramique |
| 2 | C34,C35 | 2nF Styroflex |
| 1 | C36 | 680p céramique |
| 1 | C37 | 180pF Styroflex ou cer |
| 1 | C38 | 330pF Styroflex ou cer |
| 1 | C39 | 1nF Styroflex ou cer |
| 1 | C40 | 680pF Mica ou céramique |
| 1 | C43 | 10uF 16V Tantale |
| 1 | C44 | 1uF 16V Tantale |
| 1 | C47 | 10pF ajustable |
| 1 | C49 | 220uF/16V |
| 8 | D1,D2,D3,D5,D6,D10,D11, D14 | 1N4148 |
| 5 | D4,D8,D9,D12,D13 | LED 3mm |
| 1 | D7 | BB105 varicap |
| 1 | JP8 | DB9 femelle |
| 1 | L1 | 1,5uH axiale |
| 1 | L2 | 2,7uH axiale |
| 1 | Q1 | BF961 |
| 2 | Q2,Q3 | BC547B ou 547C ou équ. |
| 1 | Q4 | BC549C ou 184C ou équ. |
| 2 | Q5,Q6 | BC184 ou NPN |
| 5 | R1,R26,R46,R49,R50 | 1k |
| 7 | R2,R5,R6,R7,R28,R30,R38 | 100k |
| 2 | R3,R16 | 220k |
| 5 | R4,R8,R9,R15,R32 | 680k |
| 9 | R10,R19,R27,R29,R34,R39, R40,R43,R52 | 10k |
| 1 | R11 | 178k ou 180k 1% |
| 2 | R12,R31 | 470k |
| 2 | R13,R14 | 35,7k ou 36k 1% |
| 2 | R17,R23 | 1M |
| 5 | R18,R20,R25,R36,R37 | 47k |
| 3 | R21,R22,R47 | 150 |
| 1 | R24 | 10. |
| 1 | R33 | 10M |
| 4 | R35,R45,R48 | 22k |
| 3 | R41,R44,R51 | 390 |
| 1 | R42 | 82k 1% |
| 1 | RG1 | 78L05 |

| | | |
|---|-------|--------------------------|
| 1 | RG2 | 7810 ou 78L10 voir texte |
| 1 | T1 | transfo 455k réf:709601 |
| 1 | U1 | 74HC393 |
| 2 | U2,U3 | 74HC390 |
| 1 | U4 | TL081 |
| 1 | U5 | LM324 |
| 1 | U6 | PIC16C61-04-/P ou /JW |
| 1 | U7 | 74HC4060 |
| 1 | U8 | 4066 |
| 1 | U9 | 4046 |
| 1 | Y1 | 20MHz parallèle 30pF |
| 1 | | support 18 broches |

Modifs complémentaires :

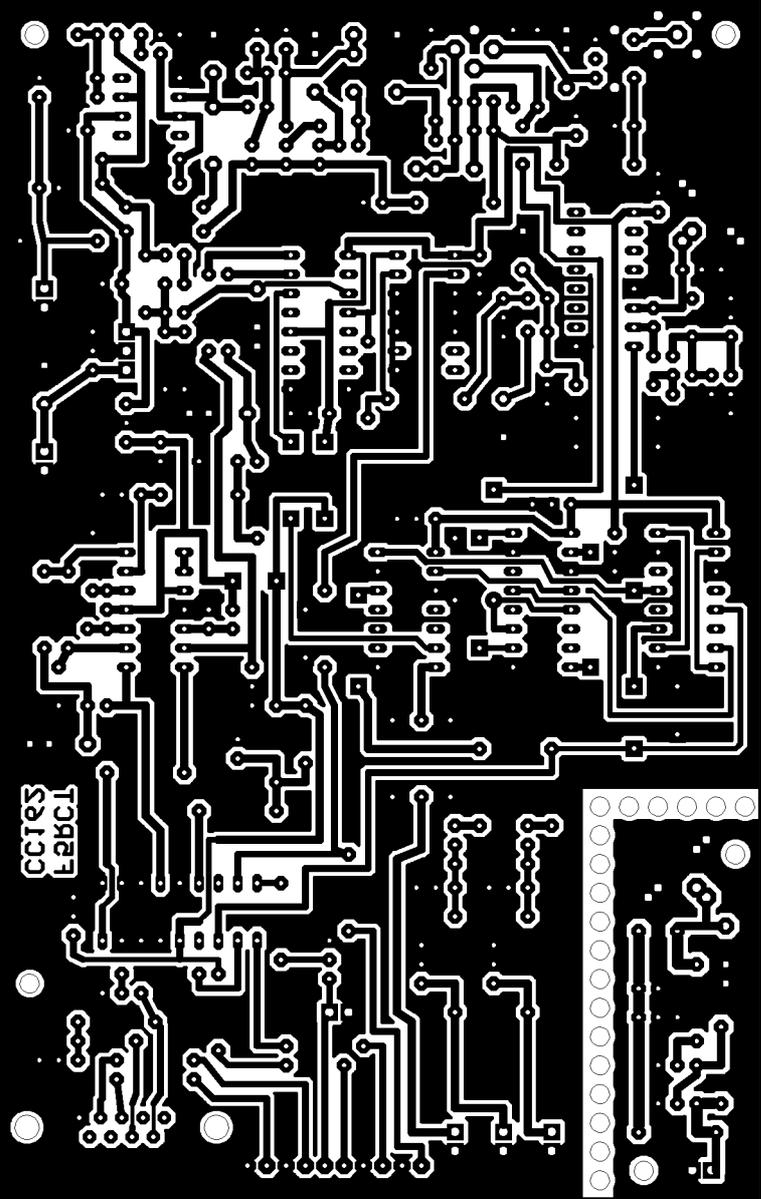
Afin d'améliorer un peu plus la stabilité, on peut changer C43, C44, R27, comme suit :

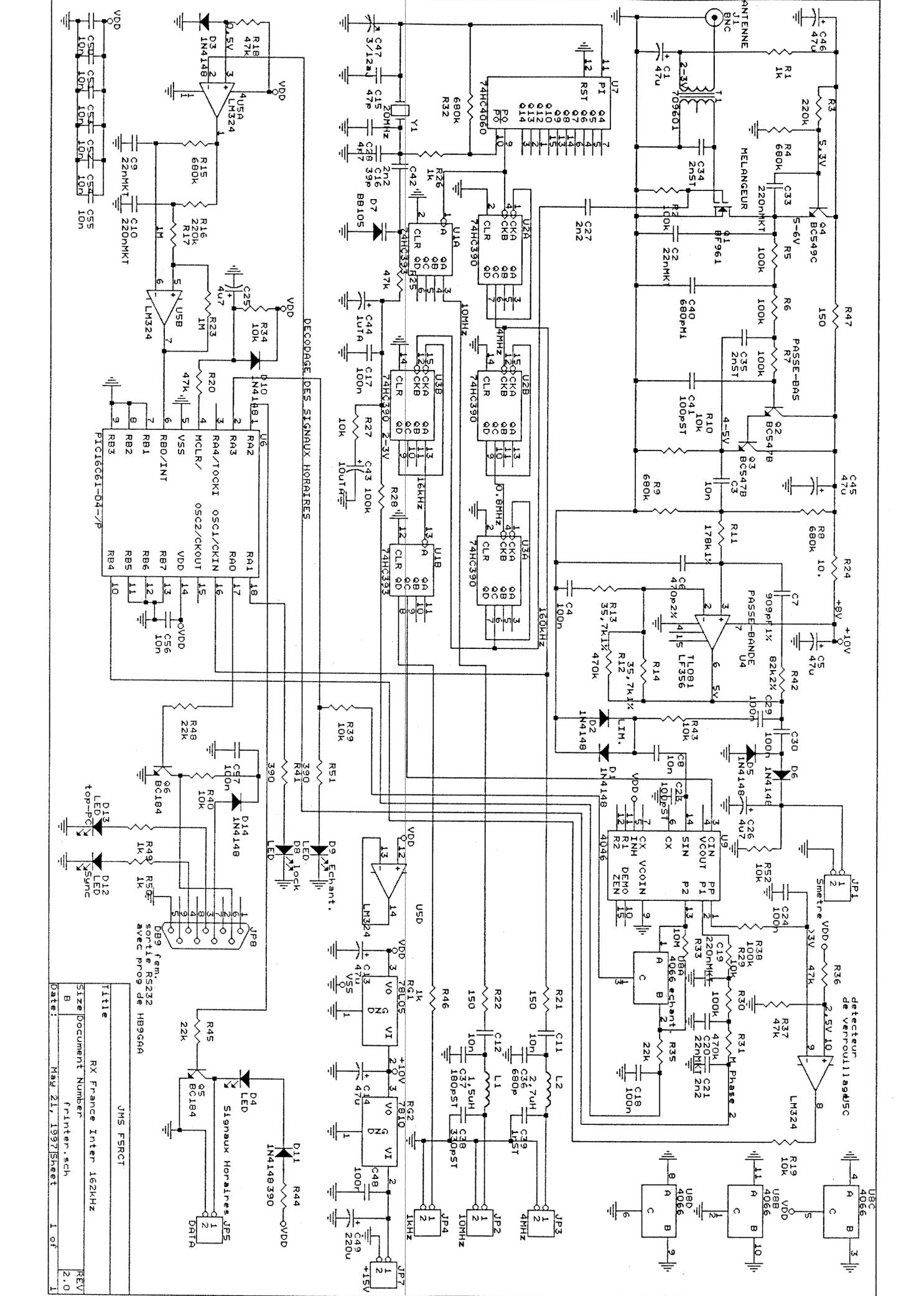
C43 = 47 μ F

C44 = 10 μ F

R27 = 27k

Cuivre coté soudures





| | |
|-----------------|----------------------------|
| Titre | JMS FSRCT |
| Size | RX France Inter 162KHz |
| Document Number | Printer.sch |
| Date: | Mars 21, 1997/Sheet 1 of 1 |
| REV | 2.0 |