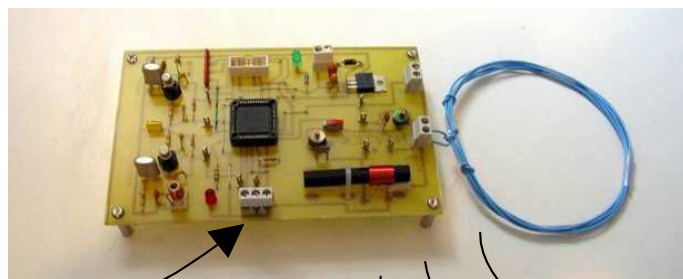


# ÉMETTEUR NAVTEX DE TEST



*CARTE  
MODULATRICE*



ONDE HF  
NAVTEX  
COURTE PORTÉE



## DOSSIER TECHNIQUE

NOTICE UTILISATEUR  
NOTICE TECHNIQUE  
NOTICE DE FABRICATION

# SOMMAIRE

## NOTICE UTILISATEUR.....p 3

- 1) PRÉSENTATION DE L' APPAREIL
- 2) MISE EN ŒUVRE DE L' APPAREIL

## NOTICE TECHNIQUE..... p6

- 1) CARTE MODULATRICE
  - 1.1 Principe de fonctionnement
  - 1.2 Analyse qualitative de la partie analogique
  - 1.3 Schémas structurels
  - 1.4 Plan d'implantation et points tests
  - 1.5 Cordon PC
- 2) LOGICIEL PC
  - 2.1 Principe de fonctionnement
  - 2.2 Évolutions envisageables

## NOTICE DE FABRICATION.....p12

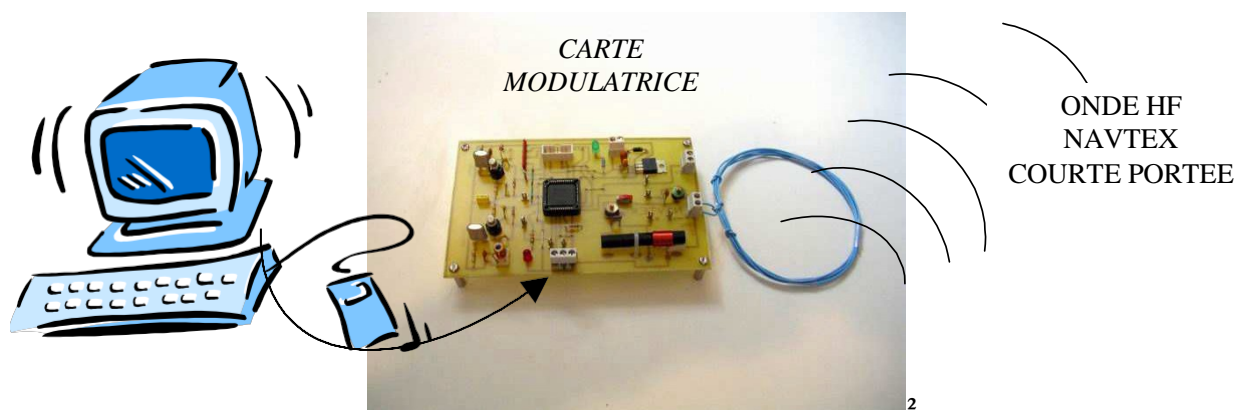
- 1) SCHÉMA STRUCTUREL
- 2) CIRCUIT IMPRIME
- 3) NOMENCLATURE
- 4) CONSEILS DE CÂBLAGE ET DE MONTAGE
  - 4.1) Cordon PC
  - 4.2) Bobine L1, L2
  - 4.3) Cadre ferrite
  - 4.4) Connectique
  - 4.5) Programmation du CPLD Altera
  - 4.6) Rangement

# NOTICE UTILISATEUR

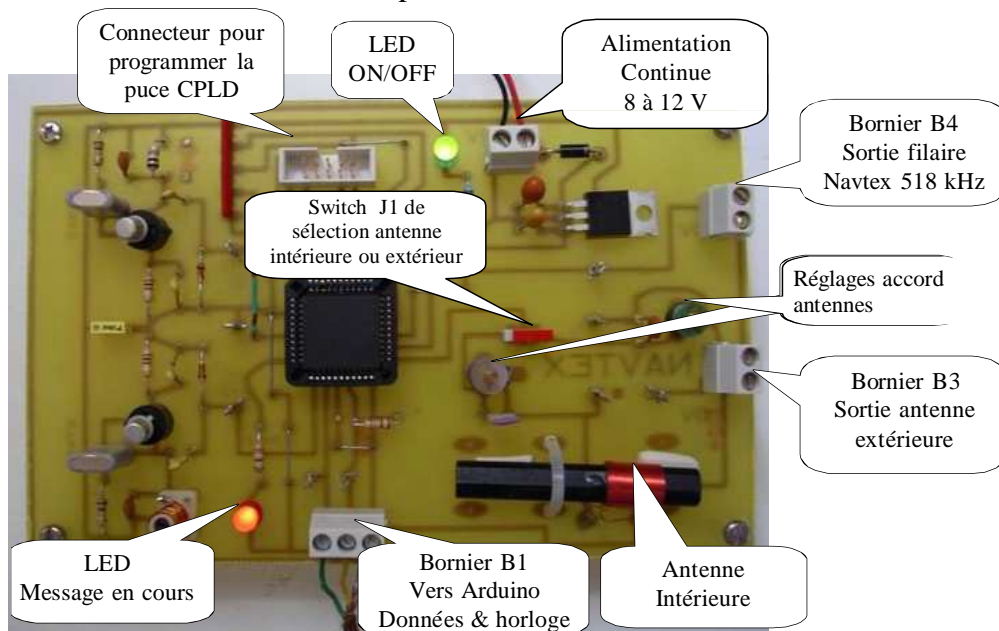
## 1) PRÉSENTATION DE L'APPAREIL

Les émissions légales ont lieu 10 min toutes les 4 heures. Cet émetteur de test à courte portée joue le même rôle que les émetteurs côtiers, il facilite grandement la maintenance des récepteurs.

Cet émetteur permet d'envoyer un message quelconque saisi au clavier d'un PC sous la forme d'un signal ou d'une onde Navtex sur la fréquence de 518 kHz.



Le PC fournit la trame binaire Navtex à la carte modulatrice. Celle-ci délivre le signal HF à 518 kHz en modulation FSK compatible avec la norme Navtex.



L'appareil dispose de 3 sorties HF :

### – Une sortie filaire

Sur le bornier B4 on dispose du signal Navtex rectangulaire à 518 kHz en modulation FSK.

Le switch (ou cavalier) J1 situé sur la carte modulatrice, permet d'envoyer le signal sur l'antenne intérieure ou bien sur l'antenne extérieure connectée au bornier B3.

– L'antenne intérieure est constituée d'un bobinage sur noyau ferrite, la portée de cette antenne est de plus d'une dizaine de mètres, elle pourra être utilisée comme antenne collective pour rayonner sur plusieurs récepteurs en même temps.

Si on place un récepteur NX300 à quelques centimètres de la carte modulatrice, le signal est suffisamment fort pour que le récepteur puisse capter le signal sans son antenne de réception NX3H.

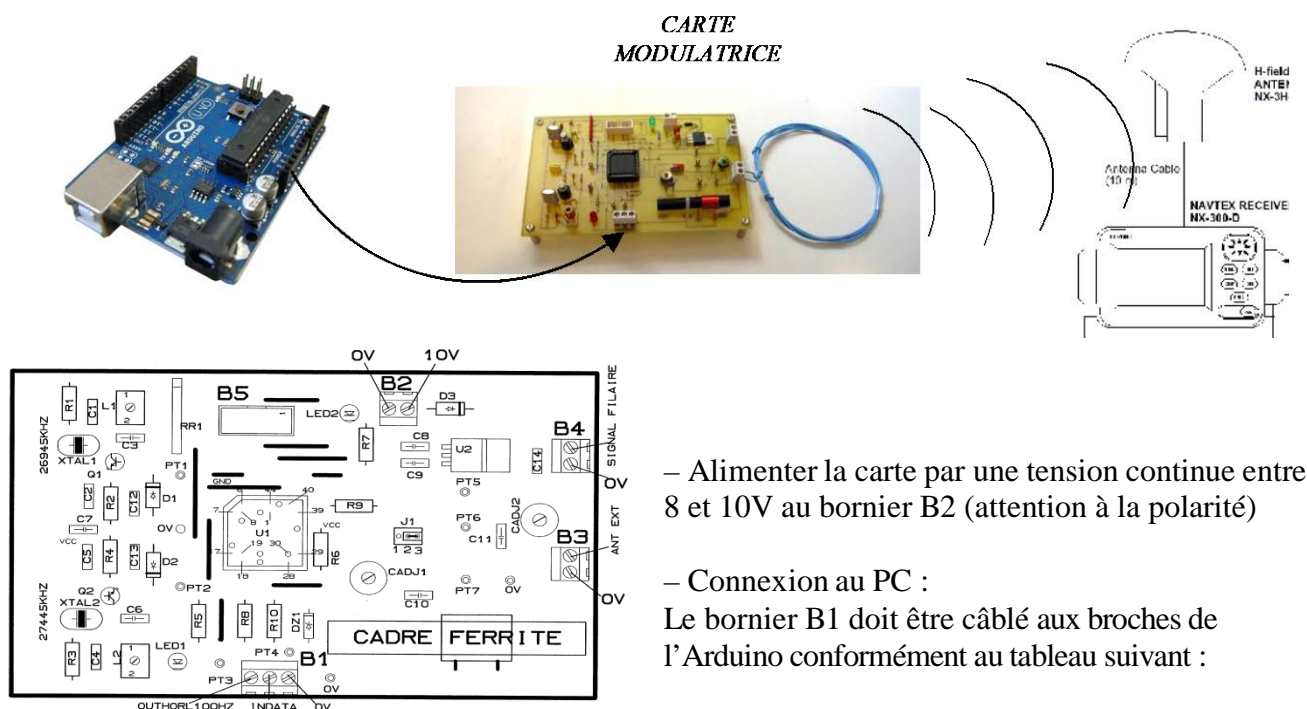
– Une sortie antenne extérieure

Ainsi, on pourra adapter la portée et la directivité suivant la nature de l'antenne utilisée. Cette sortie est particulièrement indiquée lorsqu'on désire une portée sur une dizaine de centimètres. Dans ce cas, on réalisera l'antenne en bobinant un fil d'une vingtaine de centimètres de long en une ou plusieurs spires.

Si l'antenne de réception du récepteur NX300 est placée à quelques centimètres de la carte, on peut même se passer d'antenne extérieure et intérieure. Le rayonnement des pistes du circuit imprimé est suffisant.

## 2) MISE EN ŒUVRE DE L'APPAREIL

### 2.1) CONNEXION DE LA CARTE A L'ARDUINO



## 2.2) ANTENNE

- Sélection de l'antenne : switch (ou cavalier) J1

Le switch J1 permet d'envoyer le signal sur le type d'antenne voulue.

- Accord de l'antenne

Les condensateurs ajustables permettent d'accorder les antennes intérieures et extérieures.

Pour cela, inutile de brancher le PC, car l'émetteur émet 518 kHz en permanence.

Il suffit d'ajuster le condensateur pour avoir une amplitude maximale aux bornes du cadre ou de la bobine faisant office d'antenne.

# NOTICE TECHNIQUE

## 1) CARTE MODULATRICE

### 1.1) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La carte reçoit la trame binaire au format Navtex (voir documents officiels dans le dossier technique du récepteur) .

Elle réalise une modulation FSK de 170 Hz autour du 518 kHz.

Ainsi les deux fréquences émission correspondant aux deux niveaux logiques sont de

$f_h = 518000 + 170 = 518170 \text{ Hz}$

$f_b = 518000 - 170 = 517830 \text{ Hz}$

Le signal modulé est de type rectangulaire car réalisé à partir d'une circuiterie logique intégrée dans un CPLD.

La transformation en onde électromagnétique s'obtient à l'aide d'une bobine faisant office d'antenne. Associée à un condensateur ajustable l'antenne sera accordée à la fréquence de 518 kHz.

Deux oscillateurs permettent après divisions de fréquences d'obtenir les 2 fréquences  $f_h$  et  $f_b$  correspondant aux deux niveaux logiques.

Suivant la valeur binaire à envoyer un multiplexeur envoie sur la sortie une des deux fréquences  $f_b$  ou  $f_h$ .

Pour obtenir une bonne précision et une bonne stabilité des fréquences, celles-ci sont générées à partir d'oscillateur à quartz.

Il n'existe pas de valeurs standards de quartz correspondant à ces fréquences-là.

De plus, les deux fréquences  $f_h$  et  $f_b$  doivent être très voisines (environ 340 Hz). On trouve des quartz ayant des fréquences très voisines dans la gamme des 27 MHz.

La fréquence  $f_h$  est obtenue par division par 52 de la fréquence d'un quartz de 26,945 MHz :  $f_h = 26945/52 = 518173 \text{ Hz}$

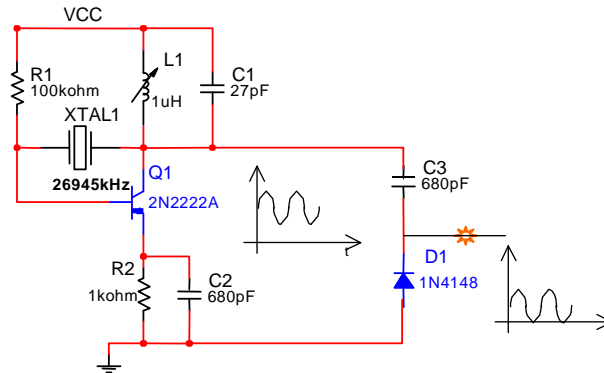
La fréquence  $f_b$  est obtenue par division par 53 de la fréquence d'un quartz de 27,445 MHz :  $f_b = 27445/53 = 517830 \text{ Hz}$

La carte délivre aussi une horloge de 100 Hz, permettant au PC de cadencer l'envoi de la trame Navtex à 100 bits/s.

## 1.2) ANALYSE STRUCTURELLE QUALITATIVE DE LA PARTIE ANALOGIQUE

### 1.21) Oscillateurs

Les deux oscillateurs à quartz ont une structure identique



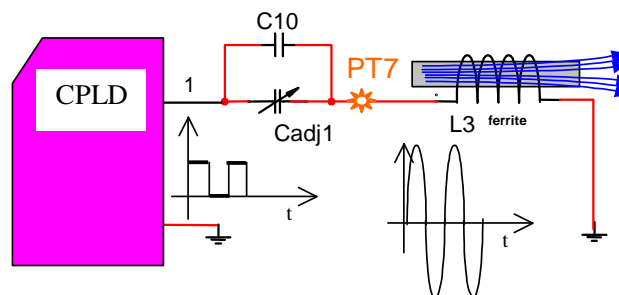
Il s'agit d'un montage à transistor de type émetteur commun associé à un quartz monté en réaction. Les quartz de valeur nominale 27 MHz sont généralement des 9 Mhz que l'on fait osciller sur leur harmonique 3 (overtone 3). Le circuit LC en sortie de l'ampli et accordé sur 27 MHz, évite l'oscillation du quartz sur son fondamental de 9 MHz. Sur le collecteur du transistor on obtient une oscillation de quelques volts crête à crête ( $V_{pp}$ ) et d'une composante continue. Pour que ce signal effectue ses oscillations entre 0V et  $V_{pp}$  de façon à être compatible avec les seuils logiques on a eu recours au montage composé de C3 et D1.

### 1.2.2) Circuit d'antenne

Les antennes de type bobinées se comportent comme des inductances. Associé à une capacité, on bénéficiera du phénomène de résonance.

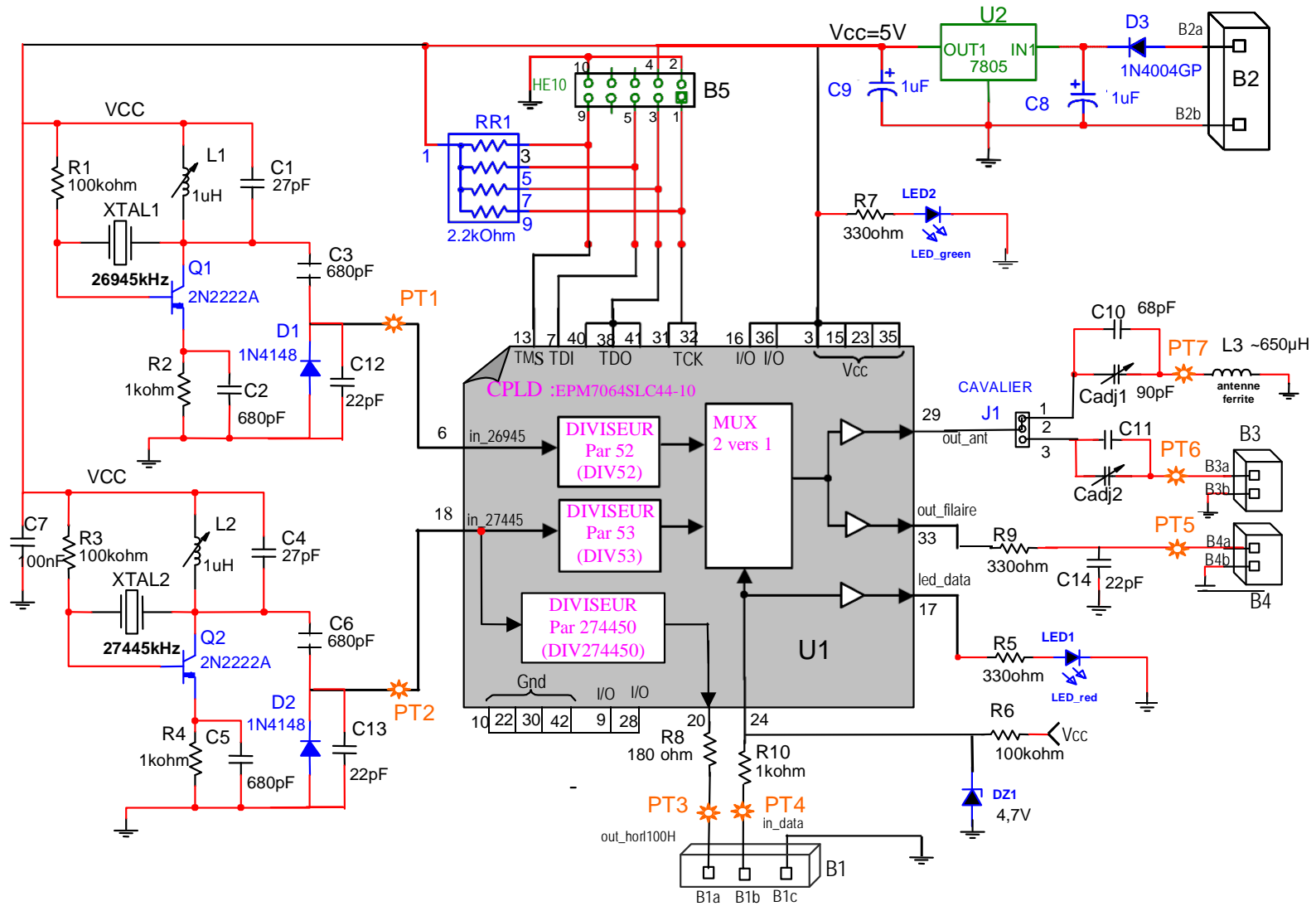
Cet ensemble accordé à 518 kHz réalisant aussi un filtre sélectif, on lui applique directement le signal rectangulaire issu du CPLD, seul le fondamental bénéficiera de la résonance.

La sortie du CPLD se comportant plutôt comme une source de tension, l'association bobine et capacité est de type série.



### 1.3) SCHÉMAS STRUCTURELS

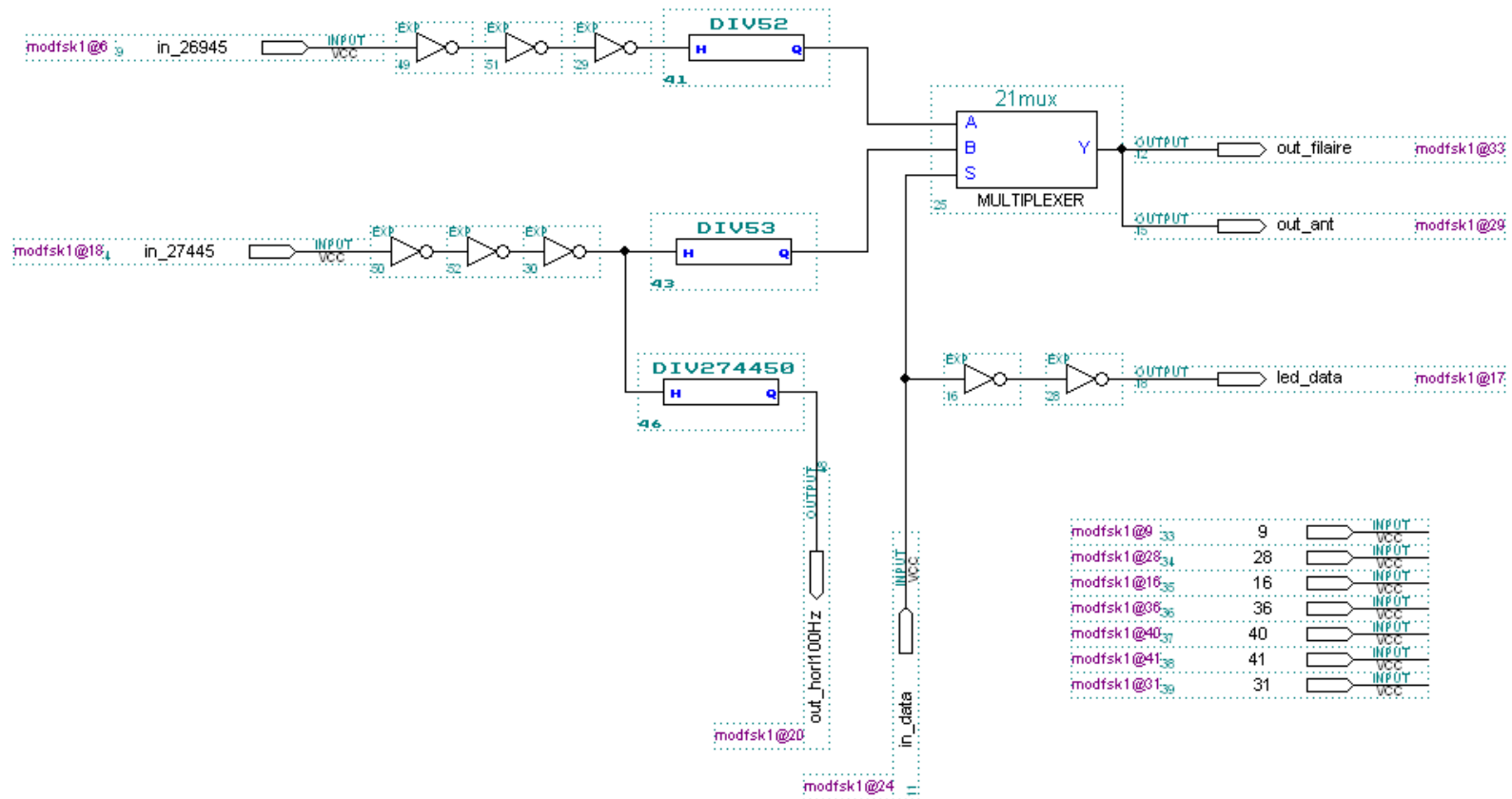
#### 1.3.1 Schéma structurel de la carte





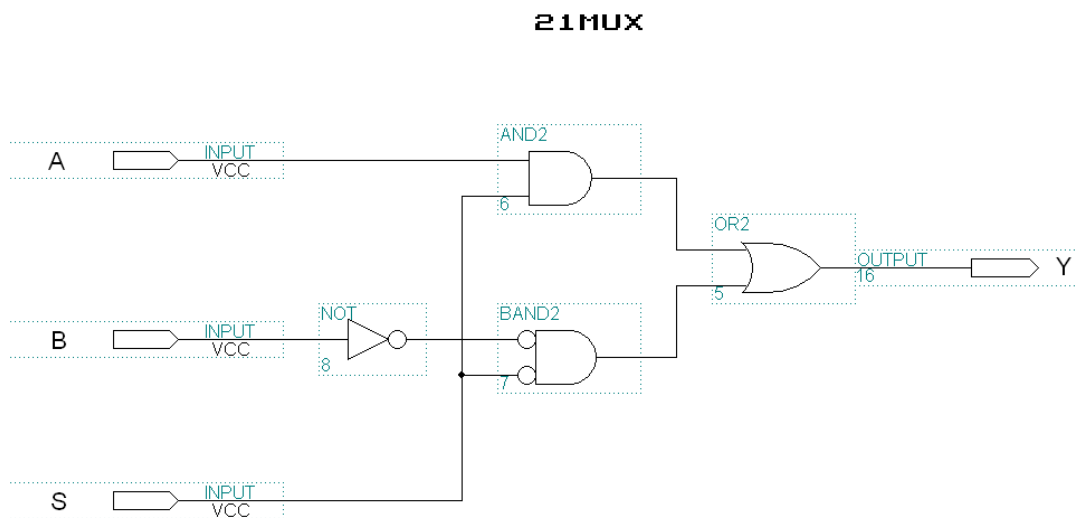
### 1.3.2) Schéma structurel du cpld : fichier modfsk1.gdf

#### SCHEMA INTERNE DU CPLD



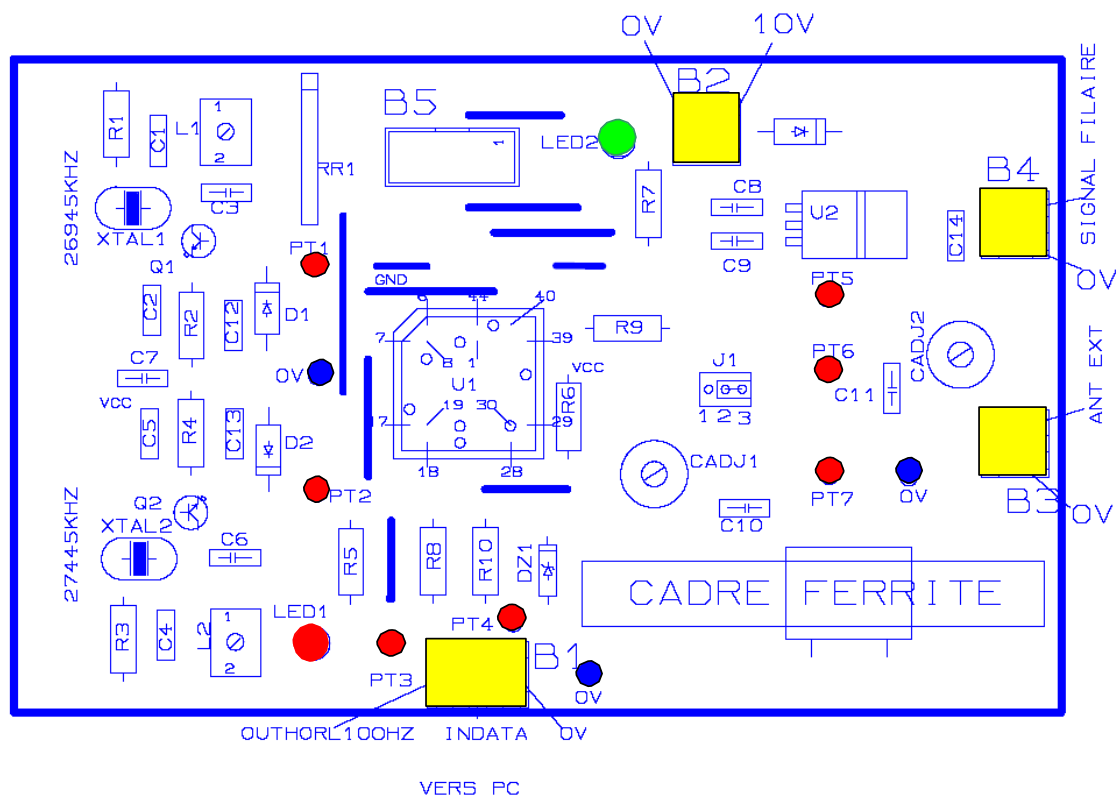
Les signaux d'entrées HF étant sinusoïdaux et non rectangulaires, des inverseurs EXP ont été placés pour assurer la mise en forme du signal avant d'attaquer les entrées horloges des diviseurs de fréquences.

## Schéma interne du mutiplexeur



Les diviseurs de fréquence sont décrits en VHDL.

### 1.4) PLAN D'IMPLANTATION ET POINTS TEST



Les points tests sont repérés aussi sur le schéma structural de la carte.

## 2) LOGICIEL PC

### 2.1) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Algorithme simplifié du traitement

- ☞ **Acquisition( )**; //acquérir le message de lettres ou chiffres tapés au clavier  
Les caractères définis par leur code ASCII sont rangés dans un tableau.
- ☞ **Traduire( )**; // traduire ce message en codes navtex  
Le code navtex, attribue pour chaque caractère un codage sur 7 bits , tel que, quelque soit le caractère , 4 des 7 bits sont à 1.  
La conversion est réalisée grâce un tableau de transcodage et les codes navtex du message son rangés dans un autre tableau.
- ☞ **Convertir\_ModeB( )**; //convertir en mode B collectif//  
Le mode B collectif consiste à envoyer deux fois chaque caractère mais de façon entrelacée tous les cinq caractères. On réalise un tableau contenant l'ensemble de la trame binaire à envoyer.
- ☞ **Envoyer\_Trame( )**; // envoyer toute la trame en série , sur le bit D0 du port parallèle //

La trame est envoyée sous forme série. Pour chaque caractère, les bits sont envoyés les uns après les autres en commençant par le poids fort.

Le format de la transmission n'étant pas de type RS232 , on a utilisé une ligne du port parallèle (D0) sur laquelle les bits vont successivement être envoyés.

Une horloge de 100Hz générée par le CPLD permettra d'envoyer les bits à la cadence de 100bits/s. Cette horloge est reçue sur l'entrée « busy » du port parallèle du PC ; le logiciel attend l'arrivée d'un front montant sur cette entrée pour envoyer le bit en cours sur la ligne D0.

### 2.2) ÉVOLUTIONS ENVISAGEABLES

– Matérielle :

Fonctionnement bi fréquence (518kHz et 490kHz)

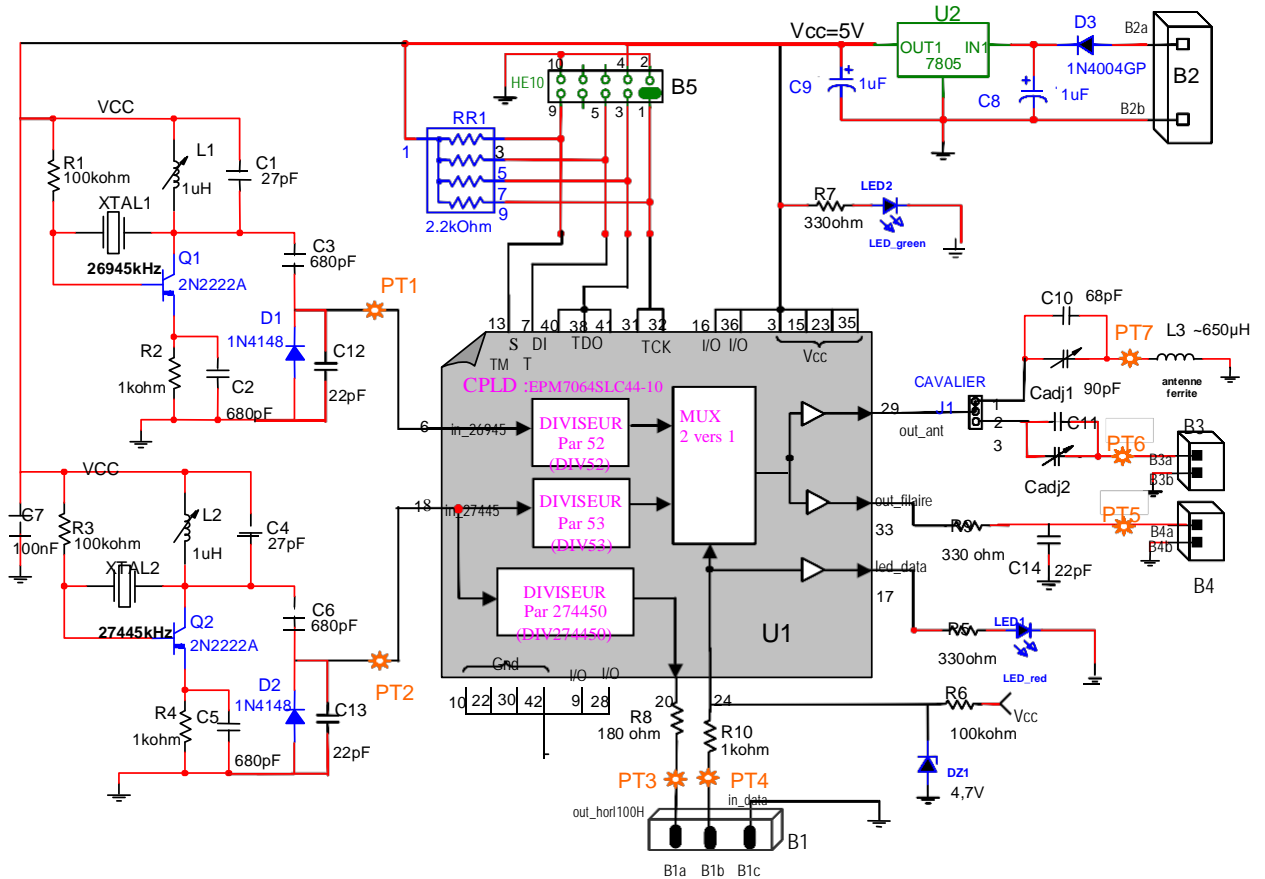
Rendre la carte autonome en y intégrant un microcontrôleur qui se substituera au PC pour envoyer un message préprogrammé.

– Logicielle

Utiliser le port USB plutôt que le port parallèle.

# NOTICE DE FABRICATION

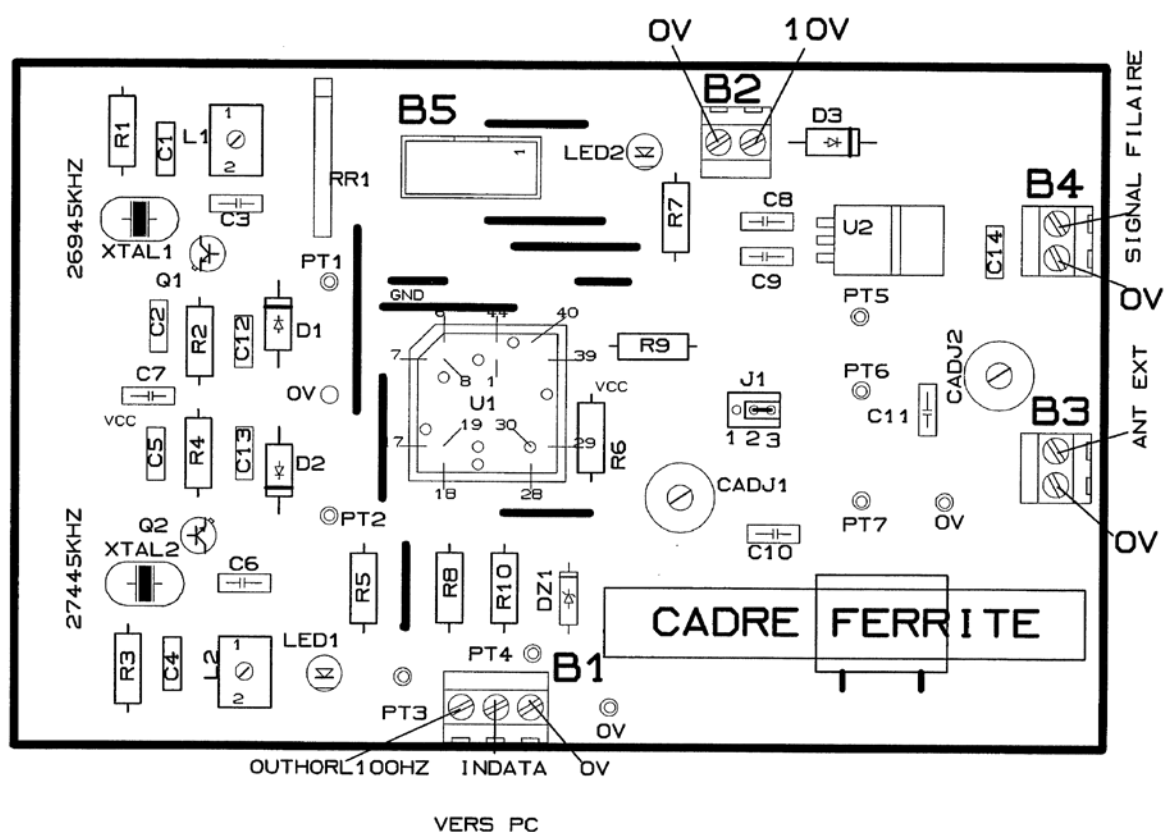
## 1) SCHEMA STRUCTUREL



## 2) CIRCUIT IMPRIME

Les schémas ci-dessous sont numérisés avec un scanner. Pour réaliser le typon, on peut imprimer directement à partir de ce document, ou mieux, utiliser le fichier au format .Tci. Pour imprimer à partir de ce format, il faut installer le petit logiciel de routage Tci fourni et disponible librement sur internet. Il est possible de réaliser une carte double face ou simple face avec 11 straps.

## SCHÉMA D'IMPLANTATION

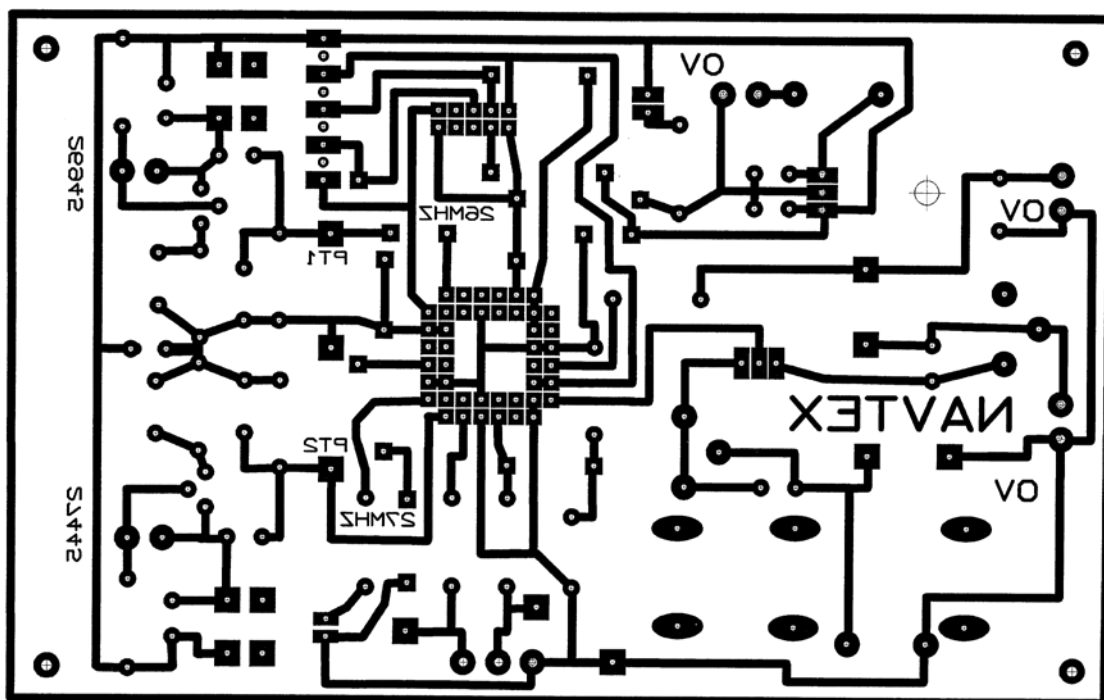


Valeurs des composants :

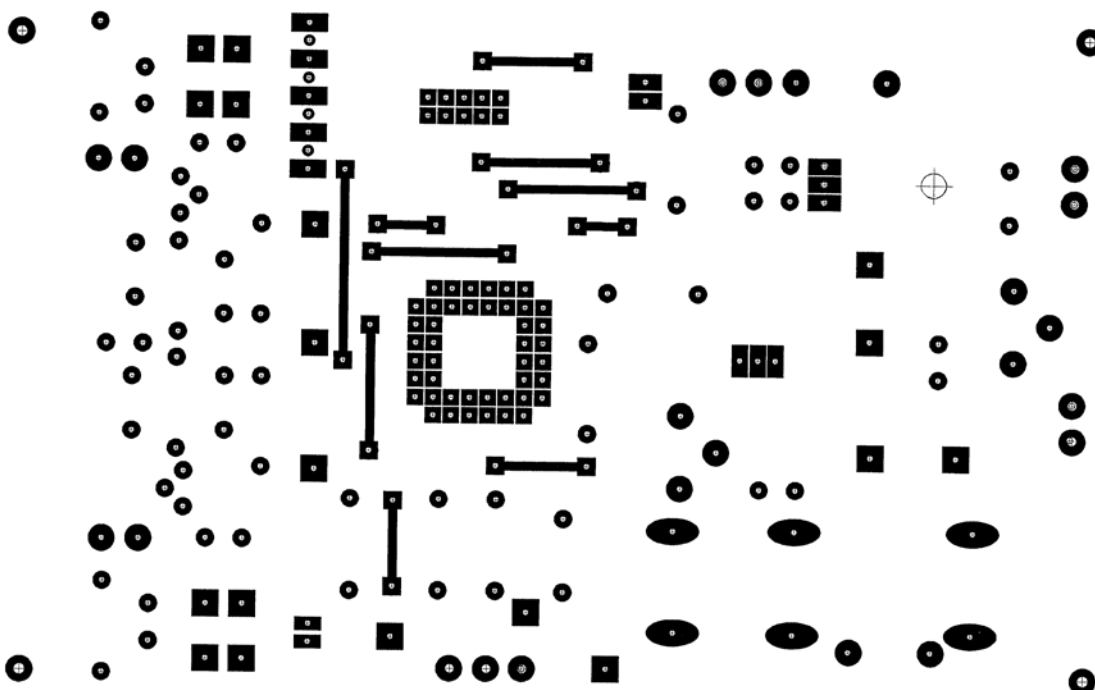
Désignation s	Référence	Valeurs	Désignation s	Référence	Valeurs
9 Résistances	R1,R3,R6	100k	3 diodes	D1,D2	1N4148
	R2,R4,R10	1k		D3	1N4001
	R5,R7,R9	330	Réseau de 8 résistances	RR1	2,2k
	R8	180			
14 Condensateurs	C1,C4	27pF	2 circuits intégrés	U1	EPM7064 SLC44-10
	C12,C13,C14	22pF		U2	7805
	C10,C11	68pF	2 LED	LED1	Rouge
	C2,C3,C5,C6	680pF		LED2	Vert
	C8,C9	1µF	1 diode zener	DZ1	4,7V
	C7	100nF	Inductances	L1,L2	1µH
2 Quartz	XTAL1	26,945MHz	Cadre ferrite	L3	~0,7mH*
	XTAL2	27,445MHz	2 condensateurs ajustables	Cadj1, Cadj2	90pF

\*Si le cadre ferrite L3 ou le cadre extérieur ont une inductance différente de celle prévue, il faudra adapter C8 ou C9 en conséquences.

## SCHEMA CONSTRUCTIF : COTE CUIVRE



## SCHÉMA CONSTRUCTIF COTE COMPOSANTS ( à utiliser si carte imprimée réalisée en double face)



### 3) NOMENCLATURE COMPLÈTE POUR 8 CARTES

<b>MATÉRIEL POUR LA RÉALISATION DE 8 CARTES MODULATRICES</b>			
<b>REP</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>VALEUR</b>	<b>Qté</b>
L1,L2	mandrin sur support CI		16
	support transistor	3 broches	16
	lot de 50 picots femelles	diametre 1mm	1
Cadj1,Cadj2	condensateur ajustable	90pF	16
L3	cadre ferrite	env 650μH	8
B1	Bornier à vis, 3 bornes		8
B2,B2,B3	Bornier à vis, 2 bornes		24
B5	connecteur droit HE10 mâle	10 contacts	8
C1,C4	condensateur céramique	27pF	16
C8,C9	condensateur tantale	1μF	16
C2,C3,C5,C6	condensateur céramique	680pF	32
C7	condensateur plastique	100nF	8
C10,C11	condensateur céramique	68pF	16
C12,C13,C14	condensateur céramique	22pF	24
D1,D2	diode de signal	1N4148	16
D3	diode de redressement	1N4001	8
DZ1	Diode zener	BZX55C4V7	8
J1	Switch : inverseur subminiature		8
L1	self axiale	1μH	8
LED1	LED rouge, 5mm		8
LED2	LED verte, 5mm		8
PT..	Cosses poignard	lot de 100	1
Q1,Q2	transistor NPN		16
R1,R3,R6	Résistance ¼ w	100k	24
R2,R4,R10	Résistance ¼ w	1k	40
R5,R7,R9	Résistance ¼ w	330	16
R8	Résistance ¼ w	180	
RR1	réseau de 8 résistances	2,2k	8
U1	CPLD	EPM7064SLC44-10	8

U2	régulateur intégré 5V		8
XTAL1	Quartz	26,945MHZ	8
XTAL2	Quartz	27,445MHZ	8
	Vis diam 3mm, longueur 5mm		32
	entretoises		32
	Support PLCC 44 broches		8
	connecteur SUD25 à souder male		8
	capot pour subd25		8
	connecteur SUBD9 à souder male		8
	capot pour subd25		8
	Câble blindé rond multibrin	4 conducteurs	16m
	câble rouge-noir	2 conducteurs	8m
	Rouleau de fil émaillé	0,5mm de diam	1
	Collier de serrage	2,4X80	80
	mallette type R2 translucide		8

#### **4) CONSEILS DE CÂBLAGES ET DE MONTAGE**

##### 4.1) BOBINES L1 et L2

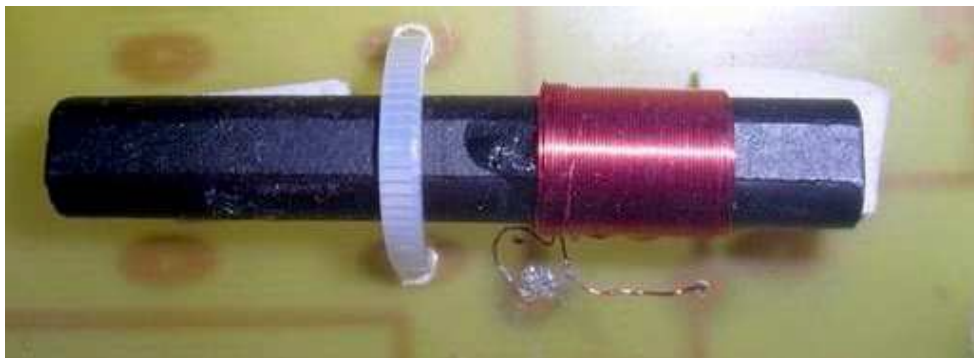


Ces inductances peuvent se réaliser en bobinant 10 spires de fil émaillé rigide sur le mandrin prévu.

Le réglage du noyau plongeur permet d'optimiser la valeur de l'inductance pour que d'une part les oscillations aient lieu à 27MHz et d'autre part de jouer sur la valeur crête à crête du signal. En effet à l'entrée du CPLD, celle-ci doit être dans une plage donnée (environ 4 à 6V) pour que le signal soit pris en compte par le diviseur de fréquence.



#### 4.2) CADRE FERRITE



Sur la photo il s'agit d'un cadre ferrite utilisé pour la réception des signaux horaires DCF77. Il faut déconnecter le condensateur d'accord si celui-ci est collé contre le bobinage, car sa valeur est bien trop élevée. La capacité d'accord sera recalculée en fonction de l'inductance du cadre qui peut varier suivant les modèles. Pratiquement la valeur de la capacité permettant l'accord sera inférieure à la valeur théorique calculée du fait de la capacité répartie du bobinage.

La capacité d'accord sera obtenue par un condensateur fixe en parallèle avec un condensateur ajustable. Les valeurs données pour ces condensateurs dans la nomenclature correspondent à un cadre ferrite de  $650\mu\text{H}$  d'inductance.

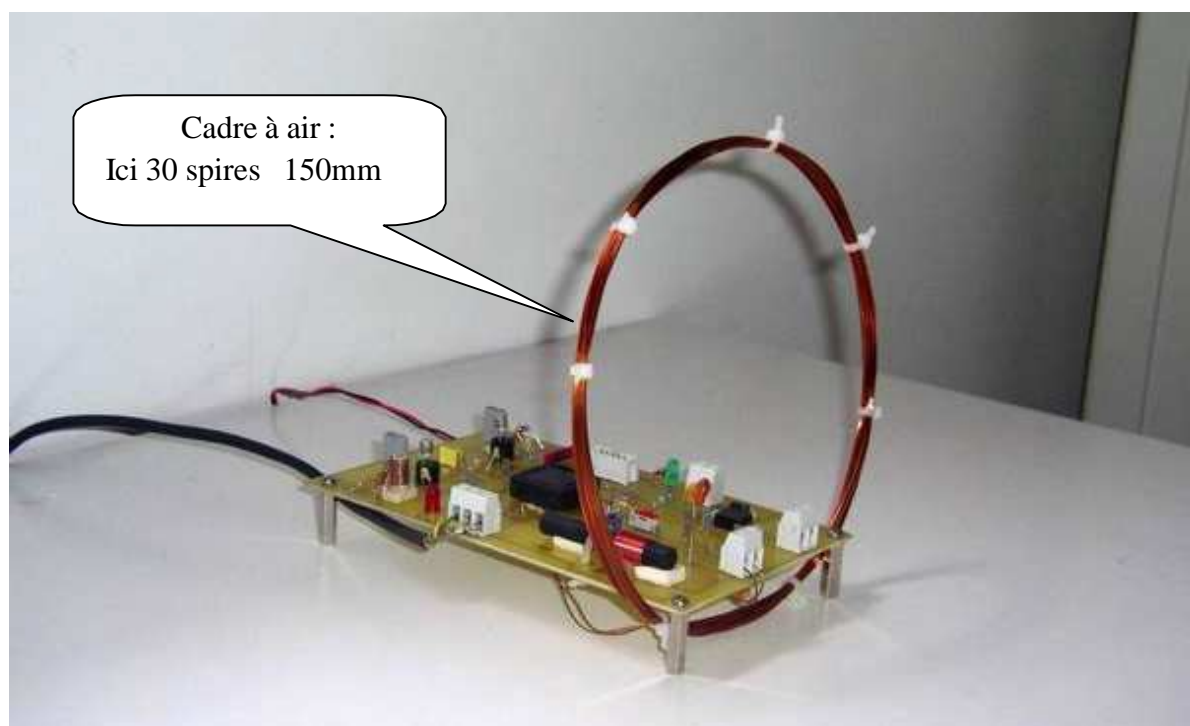
Un cadre prélevé sur un récepteur radio « petites ondes » (inductance d'environ  $200$  à  $300\mu\text{H}$ ) convient parfaitement, vu que la fréquence du signal NAVTEX se trouve à la limite inférieure de la cette gamme d'ondes.

On peut aussi avantageusement remplacer le cadre ferrite par un cadre plat à air ne nécessitant pas de ferrite, donc très facilement réalisable.

Exemple :

45 spires de 15cm de diamètre d'un fil émaillé rigide de 0,5mm à 1mm de diamètre donneront une inductance d'environ  $650\mu\text{H}$ . Compte tenu de l'importante capacité répartie de ce bobinage il faudra un condensateur d'accord plus faible que pour le cadre ferrite, on supprimera alors le condensateur fixe en parallèle sur l'ajustable.

Avec 30 spires l'inductance tombe à environ  $300\mu\text{H}$ . Du fait de la capacité répartie, on pourra alors obtenir l'accord en gardant les valeurs des condensateurs prévus dans la nomenclature.



#### 4.3) CONNECTIQUE

Les quartz et les transistors seront montés sur support pour satisfaire aux exigences pédagogiques.

Les quartz ayant des fils de sortie de 1.02mm de diamètre, nous n'avons pas trouvé de support qui convenait. Une solution est d'utiliser les picots femelles à œillet prévue dans la nomenclature et de couper l'œillet.

#### 4.4) PROGRAMMATION DU CPLD ALTERA

Les fichiers sources .vhd et .gdf , ainsi quet les fichiers de programmations .pof sont fournis. Grâce au connecteur HE10 monté sur la carte on peut programmer le CPLD in-situ à condition d'avoir un câble équipé du 74LS244.

#### 4.5) RANGEMENT

La carte, les câbles de liaisons et le cadre à air seront placés dans le coffret mallette prévu dans la nomenclature.