

Récepteur FM pour la bande 137 - 141 MHz

Superhétérodyne à double conversion avec PLL

Voir la Terre depuis l'Espace (recevoir les satellites météo facilement...)

PREMIÈRE PARTIE

1. INTRODUCTION

Les images météo de l'APT (WEFAX) émises par satellites peuvent être décodées avec des équipements spécialisés. Une alternative à bas prix a été publiée par Günter Borchert DF5FC [1], Funkamateur 2/1995, p. 153 à 156, avec une suite dans Funkamateur 3/1995, p. 274, son titre: Der Wetterfrosch - ein 137 MHz Satellitenempfänger. Cet article propose de décoder l'information WEFAX à l'aide de la carte son compatible Soundblaster® d'un ordinateur. La sortie audio d'un récepteur radio réglé sur la fréquence appropriée est envoyée à l'entrée du jack Microphone ou de la Line-in de la carte son. L'image WEFAX est alors



décodée à l'aide d'un programme "freeware" appelé JVComm32, écrit par Eberhard Backeshoff, DK8JV. Ce logiciel peut être téléchargé depuis la page Web de Eberhard Backeshoff <http://www.jvcomm.de/>

2. LA MODULATION

Le signal radio des deux satellites géosynchrones et en orbite polaire est transmis

en modulation de fréquence mais le signal sous-jacent est modulé en amplitude à 2400 Hz. Les signaux en provenance des satellites sont au format APT/WEFAX. C'est un système ancien, mais encore utile, de transmission en noir et blanc d'information visuelle utilisant un canal audio standard où un changement de l'amplitude de la sous-porteuse à 2400 Hz représente le niveau de brillance du signal vidéo. La modulation maximale (noir) n'est pas zéro, mais environ 5 %, le blanc est alors à peu près 87 %. Le signal audio est modulé en fréquence sur la porteuse principale, par exemple 137,50 MHz pour le satellite NOAA 15. Après démodulation par le récepteur FM nous obtenons une tonalité modulée en amplitude de 2400 Hz. Ce signal est envoyé à l'entrée de la carte son standard d'un PC et traité par un logiciel de décodage tel que le JVComm32 qui peut être téléchargé sur le site <http://www.jvcomm.de/>. JVComm32 traite même les signaux démodulés de mauvaise qualité grâce à des filtres numériques efficaces. Le résultat de ce processus est

montré en Fig 21, comme il est affiché sur le moniteur de l'ordinateur.

3. DESCRIPTION DU RÉCEPTEUR RX-137-141

Ce récepteur a été conçu pour une réception de haute qualité des signaux des satellites météo polaires NOAA, METEOR, OKEAN et autres. Il est compatible avec le convertisseur 1691 MHz vers 137,50 MHz qui convient à la réception du satellite géostationnaire METEOSAT 7 [6, 9]. Le tableau 1 vous montre que les satellites en orbites polaires transmettent des signaux dans la bande 137,30 - 137,85 MHz, donc une largeur de bande très étroite est suffisante.

Tous les satellites présentés ne sont pas toujours actifs. Certains sont encore en orbites polaires mais leurs émetteurs ont été arrêtés. D'autres ne transmettent plus à cause de pannes, par exemple le satellite moderne NOAA 16 ne transmet qu'en mode HRPT à la fréquence de 1,698 GHz. C'est le sort de tous les satellites artificiels, lorsqu'ils tombent en panne ils ne peuvent être réparés que par des méthodes très coûteuses. Tous les satellites ne sont pas aussi importants que le télescope spatial Hubble, qui a été réparé par la navette spatiale lors d'une opération que nous avons admirée. Voyez <http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/ml/status.html>

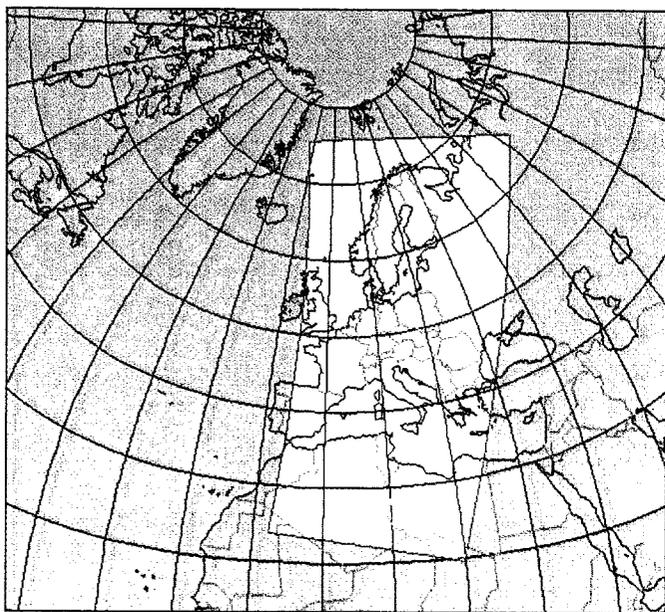


Fig. 1 - Passage sur Europe (POES).

TABLEAU 1: LES SATELLITES MÉTÉO

NOAA 11	137,62 MHz	Ne transmet pas (OFF jusqu'au 16/8)
NOAA 12	137,50 MHz	
NOAA 13	137,62 MHz	
NOAA 14	137,62 MHz	Arrêté
NOAA 15	137,50 MHz	
NOAA 16	137,62 MHz	Ne transmet pas
NOAA 17	137,62 MHz	
NOAA 18	??? MHz	Prévu pour 06/04 (retardé)
NOAA balises	136,77 MHz	
	137,77 MHz	
METEOR 2-21	137,85 MHz	(alternativement sur 137,40 MHz)
METEOR 3-5	137,30 MHz	
SICH-1	137,40 MHz	
OKEAN-0	137,40 MHz	
OKEAN-4	137,40 MHz	
RESURS 01.1	137,85 MHz	
RESURS 01-4	137,85 MHz	(alternativement sur 137,40 MHz)

Nous avons choisi, pour des raisons pratiques, une fréquence inférieure de 137 MHz et supérieure de 141 MHz. Aucun satellite météorologique ne transmet sur des fréquences au-dessus de 137,85 MHz mais la fréquence de 141 MHz rend possible l'utilisation du convertisseur pour le satellite METEOSAT 7. L'information est donc traitée sur deux canaux, le premier (1691 MHz) est converti vers 137,50 MHz et le

second (1694,50 MHz) vers 141,00 MHz.

Le synoptique et le schéma du récepteur sont montrés en Fig. 4 et 5. Il a été développé à l'origine pour la bande radio-amateur proche 144-146 MHz [11]. Le circuit du récepteur est prévu pour la bande FM large (largeur de bande 30 kHz). La sortie du signal basse fréquence du WEFAX est envoyée à l'entrée depuis de la carte son du PC. La fré-

quence du synthétiseur à PLL et l'affichage LCD sont contrôlés par un microcalculateur ATMEL.

Le récepteur est un superhétérodyne à double conversion. Le concept du récepteur a été considérablement simplifié grâce à l'utilisation d'un circuit intégré MC 3362P (ICI) fabriqué par Motorola [10], qui contient tous les principaux éléments d'un récepteur FM moderne. Tout ce qui est requis pour se connecter au MC3362P est un filtre d'entrée passe-bande, un circuit résonant pour le premier oscillateur mélangeur, 2 filtres céramiques pour 10,7 MHz et 455 kHz, un oscillateur à quartz pour le second mélangeur, un circuit résonant pour le démodulateur et quelques composants passifs. Nous obtenons ainsi un excellent récepteur, plutôt simple, alimenté par 2 à 5 V [11].

3.1 CIRCUITS D'ENTRÉE DU RÉCEPTEUR

Le signal de l'antenne (ou du convertisseur) arrive sur un

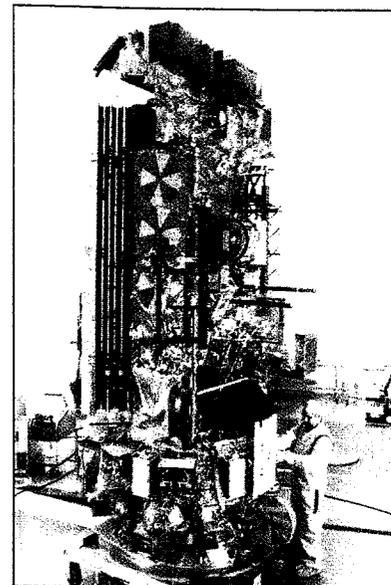


Fig. 2 - Le satellite NOAA 17.

diviseur capacitif C2-C3 (ajustement de l'impédance d'entrée). Ce diviseur forme avec L1 le premier circuit accordé, son extrémité "chaude" est connectée à T1 un MOSFET "double porte", de préférence à faible bruit de type BF982. T1 assure une amplification suffisante du signal d'entrée. La résistance R3 supprime la tendance à l'oscillation de l'amplificateur d'entrée, mais elle



Boutique virtuelle sur www.sardif.com

Sarcelles Diffusion



Boutique virtuelle sur www.sardif.com

CENTRE COMMERCIAL DE LA GARE RER - BP 35 - 95206 SARCELLES CEDEX
Tél. 01 39 93 68 39 / 01 39 86 39 67 - Fax 01 39 86 47 59

TOUT MFJ est disponible au meilleur tarif sur www.sardif.com !

Exemple :

	MFJ550 MANIPULATEUR MORSE MFJ550	25,00€		MFJ986 MFJ BOITE D'ACCORD HF	599,00€
	MFJ269 MFJ ANALYSEUR DE ROS	599,00€		MFJ969 MFJ BOITE D'ACCORD HF	376,00€
	MFJ259B MFJ ANALYSEUR DE ROS	489,00€		MFJ962 MFJ BOITE D'ACCORD HF	506,00€
	MFJ949 MFJ BOITE D'ACCORD HF	281,00€		MFJ981 BOITE D'ACCORD AUTOMATIQUE HF	379,00€
	MFJ948 MFJ BOITE D'ACCORD HF	259,00€		MFJ971 MFJ COUPLEUR HF PORTATIF	185,00€
	MFJ946 MFJ BOITE D'ACCORD HF	207,00€		MFJ904 MFJ904 BOITE D'ACCORD ULTRA-COMPACTE	185,00€
	MFJ941 MFJ BOITE D'ACCORD HF	217,00€		MFJ1704N MFJ COMMUTATEUR COAXIAL N 4 POSITIONS	115,00€
	MFJ989 MFJ BOITE D'ACCORD HF	678,00€		MFJ1704 MFJ COMMUTATEUR COAXIAL PL 4 POSITIONS	99,00€

retrouvez tous nos produits sur www.sardif.com - boutique virtuelle

réduit l'amplification résultante. Le signal issu de la résistance R3 est ensuite filtré par un filtre passe-bande L2-C5, L3-C8, L4-C11+C12 ayant une largeur de bande d'environ 4MHz. Le couplage critique entre les circuits de ce filtre est déterminé par la connexion série des capacités C6 + C7 et C9 + C10. Le signal passe par le diviseur capacitif C11 + C12 vers l'entrée du premier mélangeur dans IC1 avec le signal de l'oscillateur (L5, C33).

3.2 OSCILLATEUR PLL

La stabilité de l'oscillateur du premier mélangeur est obtenue en utilisant un PLL ayant une fréquence de référence de 4MHz. IC4 est un circuit synthétiseur unique Philips SAA1057 conçu pour l'accord des récepteurs radio VHF FM à large bande moyenne [12, 13]. Il a été produit en 1983, mais assez étonnamment on le trouve encore sur le marché et à un très bon prix. Dans le circuit de la Fig 1, le synthétiseur peut être accordé de 110MHz à 150MHz au pas de 10kHz avec une tension maximale d'accord de 4,5V. Cette tension (maxi. 5,5V) est prise sur la broche 7 de IC4. R14, C25 et C26 sont des composants passifs du détecteur de phase, C27 filtre la tension stabilisée interne. La stabilité du PLL est déterminée par le filtre connecté aux broches

5 et 6 de l'IC4. R15, R16, C28, C31, C56, C57 déterminent la constante de temps du filtre actif passe-bas. Il est important ici de respecter les valeurs données des composants. La tension d'accord issue du PLL est connectée par la broche 23 de IC1 à une diode varicap interne. La sortie du premier oscillateur du circuit dans IC1 (oscillateur tampon) est connectée à travers le condensateur de couplage C35 à la broche 8 (FFM), prédiviseur d'entrée du synthétiseur IC4. Dans la plupart des applications du SAA1057, la fréquence de référence est déterminée par l'oscillateur interne de 4 MHz contrôlé par le quartz externe connecté à la broche 17 (X). Dans notre circuit, nous avons choisi une option économique et avons utilisé un quartz courant comme fréquence de référence à la fois du PLL et du microcalculateur ATMEL [15]. Le quartz X1 fait partie de l'oscillateur dans IC3 et la fréquence de référence pour IC4 est connectée à travers le condensateur C24 et la résistance R11.

Pour le premier mélangeur nous avons choisi une fréquence intermédiaire (10,7 MHz) inférieure à celle du signal. Le synthétiseur génère alors des fréquences de 126,3MHz à 130,3MHz pour une bande de réception de

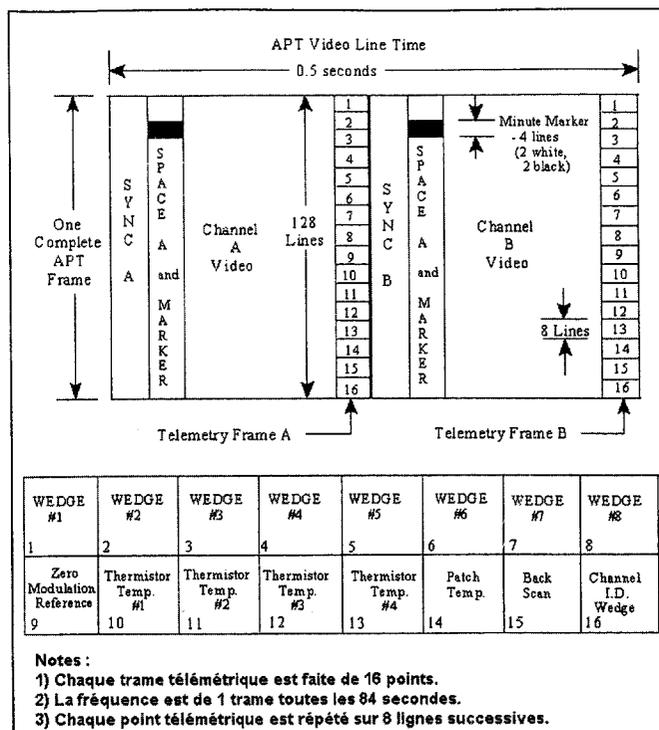


Fig. 3 - APT = Automatic Picture Transmission.

137,0 MHz à 141 MHz. La fréquence du synthétiseur peut être finement ajustée par le condensateur d'ajustement C21. Le mot de contrôle fixant le rapport du diviseur est accepté par le synthétiseur IC4 par les entrées CLB, DLEN, DATA du microprocesseur IC3 par les trois fils du bus de données, C-BUS, qui est aussi connecté au PC-BUS pour d'autres utilisations.

3.3 FRÉQUENCE INTERMÉDIAIRE

Le premier mélangeur oscille sur une fréquence inférieure de 10,7 MHz du signal d'entrée. La différence ($f_{in} - f_{osc}$) est la fréquence intermédiaire de 10,7 MHz amplifiée par l'IC1 et dirigée sur le filtre céramique F1, qui est un type courant 10,7 MHz/180 kHz. Le signal filtré est envoyé au second mélangeur où il est mélangé au signal d'un oscillateur à quartz de fréquence 10,245 MHz (X2). La composante résultante est filtrée par le filtre céramique 455 kHz (F2) de largeur de bande 30kHz. À cause de la fréquence de balayage du signal de modulation de l'APT/WEFAX de ± 17 kHz, la largeur de F2 sera approximativement de 40-50 kHz. Malheureusement le seul filtre céramique disponible est le Murata 455-B. Nous avons trouvé que la largeur plus étroite du filtre avait un impact inconnu sur

la qualité de l'image finale. La modulation du premier oscillateur peut avoir une influence substantielle sur la qualité de l'image décodée. C'est pourquoi une grande attention doit être apportée, dans ce projet, à la boucle de "feedback" du PLL.

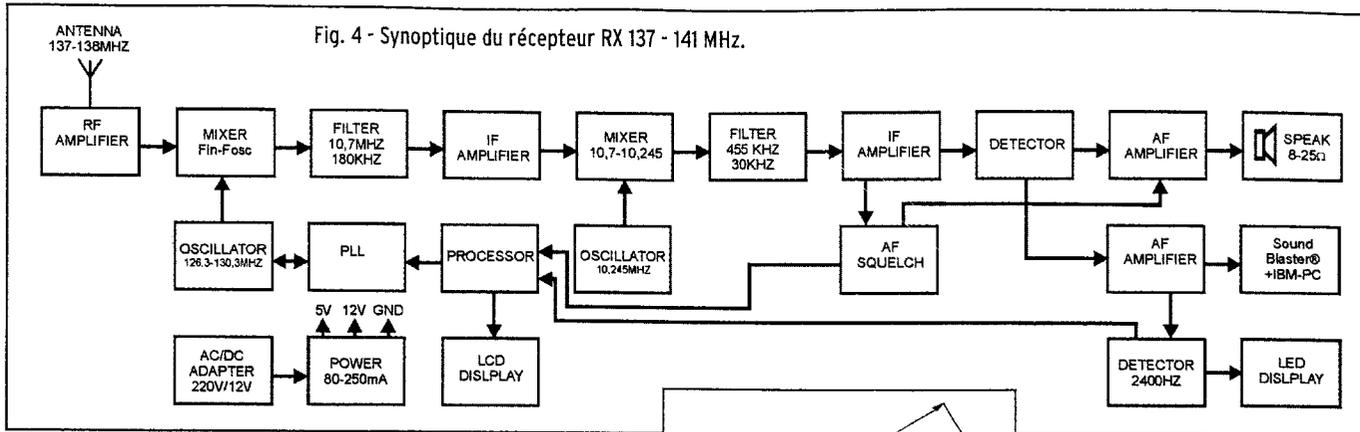
Le signal sortant du filtre F2 est amplifié dans le limiteur interne avec la sortie du démodulateur quadratique, qui utilise le circuit résonant L6-C19. Afin de provoquer une distorsion minimale du signal après démodulation, la caractéristique linéaire du démodulateur doit avoir une largeur d'au moins 40 kHz. Pour cette raison nous avons choisi la valeur de la résistance d'amortissement de 39 k. Pour le satellite METEOSAT une largeur de bande d'environ 20 kHz est suffisante.

3.4 SORTIE BASSE FRÉQUENCE

Le signal démodulé basse fréquence est une tonalité de 2,4kHz qui passe à travers un filtre simple, formé de R19, C37, C38, qui supprime les produits indésirables. Derrière ce filtre, le signal est divisé en deux parties: l'une vers le potentiomètre P2 qui alimente l'amplificateur basse fréquence IC2, lequel sort vers le haut-parleur, l'autre

TABLEAU 2 : SPÉCIFICATIONS DU RÉCEPTEUR

Bande de fréquence: 137 - 141MHz, par pas de 10 kHz ou 12,5kHz
 Fonction de SCAN: 137,00 137,30 137,40 137,50 137,62 137,85 141,00MHz
 Sensibilité à l'entrée: 0,4 μ V (rms-typ.) pour 12 dB SINAD
 Fréquences intermédiaires: 10,7 MHz et 455 kHz
 Signal de sortie: 2 400Hz modulé en amplitude (noir 5 % et blanc 87 %)
 Décodeur de tonalité PLL SE567: 2 400Hz
 Bande passante du 2e filtre IF: 30kHz/ -3 dB
 Alimentation: DC 9V (maxi 12V)
 Consommation: 70 mA, (avec le convertisseur LNC1700: 250-500 mA)
 Connecteur de l'alimentation: 2,5 mm (la borne + est à l'intérieur du jack, la borne - est sa surface!)
 Scanning automatique: Oui - 2 400Hz point d'arrêt - Fonction Squelch contrôlée par le μ P
 Squelch: Oui
 Connecteur d'antenne: type "BNC"
 Affichage: LCD à ligne unique de 16 caractères
 Connexion pour haut-parleur (ou casque) externe: 8-25 ohms, connecteurs CINCH
 Connexion pour PC: connecteurs PIN ou câble depuis la carte son du PC
 Dimensions: 225 x 200 x 70 mm



vers le préamplificateur IC6 pour le circuit décodeur de la tonalité 2,4 kHz, IC7, et aussi vers la sortie de la carte son du PC.

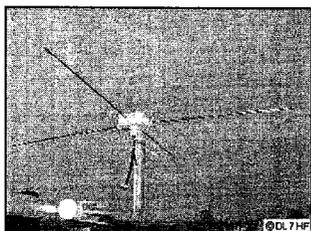


Fig. 6 - Antenne Turnstile (a).

3.5 DÉCODEUR DE LA TONALITÉ 2 400 HZ

Un décodeur de tonalité [16] a été inclus dans le récepteur après avoir étudié les modifications possibles du logiciel du récepteur original [2, 11]. D'après la table des temps d'orbite des satellites individuels et les fréquences auxquelles ils émettent, il est évident que le récepteur doit balayer la bande de 137 - 141 MHz et stopper seulement sur les signaux modulés par une tonalité de 2400Hz et non sur une interférence incidente. Nous avons choisi un algorithme simple; le récep-

teur exécute un test après mise en route et s'arrête sur le premier canal ayant un signal modulé à 2 400Hz. Lorsque le satellite disparaît sous l'horizon, le signal modulé par une tonalité est noyé dans le bruit et le récepteur redémarre le balayage. Il s'arrête au signal suivant modulé à 2400Hz. Le décodage de la tonalité est accompli de façon fiable par un circuit intégré NE (SE) 567 (IC7). Dès qu'un signal apparaît à la sortie du décodeur, il est comparé à la fréquence de l'oscillateur interne. Lorsqu'une tonalité est détectée, la sortie, broche 8 de l'IC7, passe à un niveau bas et la diode D1 est allumée. La fréquence de l'oscillateur interne est fixée grossièrement par le condensateur C55 et avec précision sur 2400Hz par la résistance ajustable R25. Le signal logique sur la broche 8 de IC7 est connecté par le cavalier JP3 à l'entrée du microprocesseur SQ OUT lequel contrôle le mode de recherche automatique des signaux dans la bande reçue (SCAN). Le cavalier JP3 peut être utilisé pour sélectionner le contrôle du balayage automatique des signaux, soit sur la base de la présence de la tonalité 2400 Hz, soit par squelch actif.

3.6 SQUELCH

La réception de faibles signaux FM ou l'utilisation du récepteur hors de l'accord de la station provoquent un bruit déplaisant dans le haut-parleur. C'est pourquoi le squelch (SQL) est partie intégrante de tout récepteur FM. Ce circuit coupe le signal

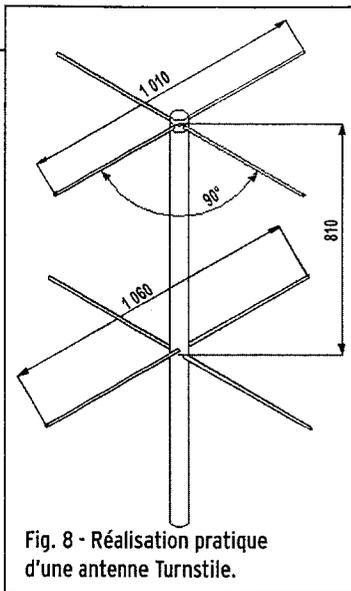


Fig. 8 - Réalisation pratique d'une antenne Turnstile.

pour contrôler la commutation du squelch, avec une tension d'environ 0V pour un signal sans bruit, ou 2,8V sans signal, ou sur un signal avec un niveau de bruit croissant. Ceci est inversé par le transistor T2 et envoyé à la broche 8 de l'amplificateur IC2 du haut-parleur qui coupe le chemin du signal lorsque le squelch est activé.

Lorsque le squelch est inactif, la tension sur le collecteur du transistor T2 et sur la broche 8 de IC2 est de 1,25V,

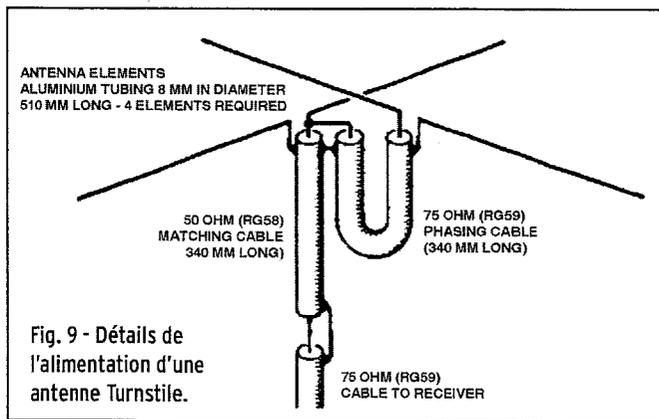


Fig. 9 - Détails de l'alimentation d'une antenne Turnstile.

basse fréquence de l'amplificateur en absence d'un niveau suffisant à l'entrée.

La composante continue du signal basse fréquence sur la broche 10 (MetDriv) de IC1 va par R4 sur le potentiomètre P1, lequel est utilisé pour régler le seuil de sensibilité du squelch. Lorsque le curseur du potentiomètre P1 est à l'extrémité gauche, le squelch est inactivé. Tourner le potentiomètre dans le sens des aiguilles d'une montre augmente le niveau auquel le squelch est coupé. La broche 11 de IC1 est la détection de la porteuse qui est utilisée

et la basse fréquence n'est pas coupée. Lorsqu'un signal constant est reçu sur l'antenne et que le potentiomètre P1 est tourné dans le sens horaire, nous atteignons un état où le squelch est activé, c'est-à-dire qu'une tension de 0V apparaît sur le collecteur de T2 et le chemin de la basse fréquence est coupé. Lorsque la tension du signal sur l'entrée du récepteur augmente légèrement, le squelch se désactive et ouvre le chemin de la basse fréquence. Le signal du squelch a aussi été utilisé pour le balayage automatique des signaux. Nous avons ajouté le transistor T3, qui inverse le

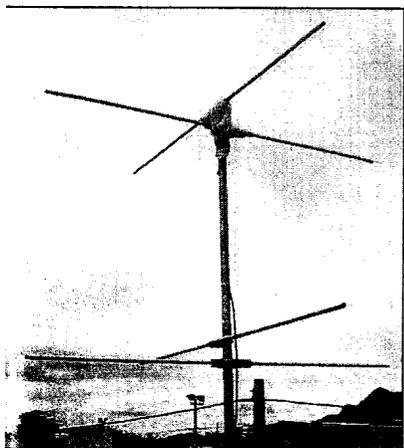


Fig. 7 - Antenne Turnstile (b).

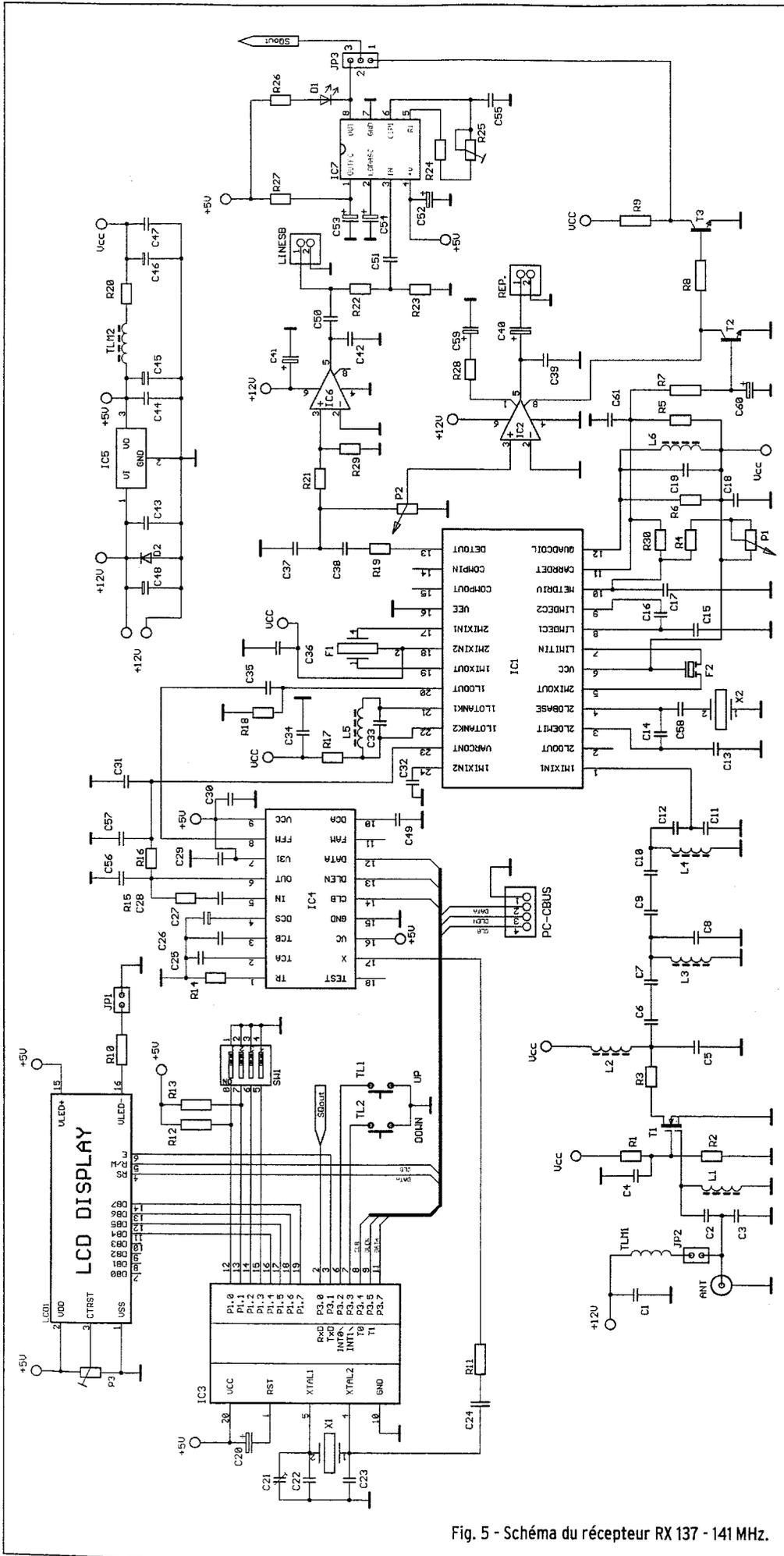


Fig. 5 - Schéma du récepteur RX 137 - 141 MHz.

signal du squelch qui peut être connecté à l'entrée P3.0 (SQ OUT) du microprocesseur IC3. Le programme du processeur s'occupe alors de la suite (voyez la section "Mise au point du récepteur" pour les détails). Note: si vous n'aimez pas la faible hystérésis du squelch, connectez les broches 10 et 11 de IC1 par une résistance de 2 à 5 mégohms (R30) et connectez un condensateur céramique de 100 nF (C61, de préférence SMD) entre la broche 11 et GND. Une autre option pour amortir le temps de montée du squelch serait d'utiliser un condensateur électrolytique en C60.

4. EXPÉRIMENTATION D'UN CIRCUIT AFC

Pendant la conception de ce récepteur décrite en [2, 3, 11, 17] des expériences ont été faites sur l'AFC, qui règle la fréquence de l'oscillateur de référence en utilisant la composante continue de la tension du démodulateur quadratique à la broche 13 de IC1. Elle a été connectée à l'entrée inversée de l'amplificateur opérationnel TL071, avec sa sortie connectée à une paire de diodes varactor, KB105G, qui remplacent le condensateur de réglage C21 du circuit de l'oscillateur de référence. Grâce à la très bonne stabilité du PLL, nous n'avons constaté aucune modification de la qualité de l'image finale lorsque l'AFC était utilisée, c'est pourquoi nous avons décidé d'exclure ce circuit AFC afin de rendre le projet aussi simple que possible. Pour ceux intéressés par l'AFC, le diagramme du circuit est disponible sur le site des auteurs.

L'amplitude du décalage Doppler pour des satellites orbitaux est au maximum de 5 kHz, ce qui est encore dans les limites de la bande passante des filtres et ne provoque aucune distorsion visible de l'image finale.

5. ANTENNE

Pour obtenir une très bonne qualité de la réception des signaux des satellites météorologiques, il faut utiliser une antenne à hautes

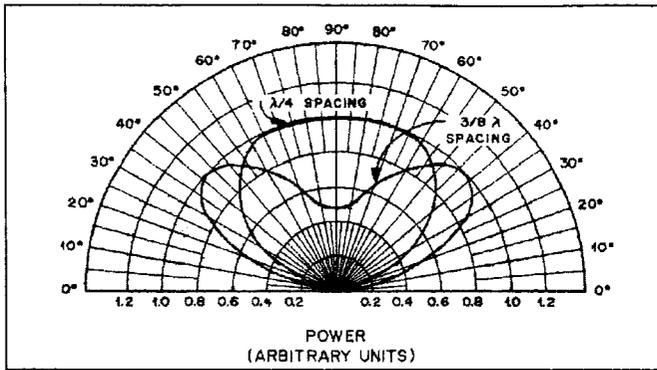


Fig. 10 - Diagramme polaire d'une antenne Turnstile.

performances. Les satellites météorologiques polaires sont en rotation stabilisée et transmettent en polarisation circulaire. Il est donc impossible* d'utiliser une antenne Yagi ordinaire ou une "ground plane". Lorsque vous écoutez le signal du haut-parleur il semble débarrassé du bruit, cependant quand vous observez la figure obtenue après décodage, vous verrez qu'elle est inutilisable. N'importe qui peut construire une antenne de haute qualité. Deux types de base sont utilisés: Turnstile et Quadrifillar Helix**. La Turnstile est faite de deux dipôles croisés (Fig. 6, 7), en phase pour la polarisation circulaire. Cette antenne devra être placée aussi haut que possible au-dessus de l'horizon, de préférence sur le toit d'un immeuble ou en plein air. Des expériences faites avec une antenne Turnstile située

le site de l'auteur. Des croquis décrivant la construction d'une antenne simple (Fig. 6) faite de tubes plastiques et

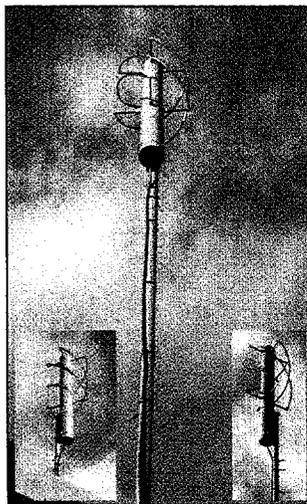


Fig. 11 - Vue générale des antennes Quadrifillar Helix (GOHPO).

d'aluminium de 8 à 12 mm sont donnés dans la littérature [18].

Nous avons essayé l'antenne montrée en Fig. 8 avec le récepteur. L'antenne était installée sur un toit à 40 m au-dessus du sol et donnait une réception de haute qualité. La connexion de l'alimentation pour une polarisation circulaire est montrée en Fig. 9. La Fig. 10 montre le diagramme polaire de cette antenne. Une attention particulière doit être apportée à la distance dipôle-réflexeur car elle modifie ce diagramme; l'auteur a choisi $3/8$ Lambda.

La construction d'une antenne Quadrifillar Helix, montrée en Fig. 11 ne peut se faire que dans un atelier bien équipé**. Cette antenne a une réception un peu meilleure et elle peut être utilisée sur des véhicules mobiles, comme des

bateaux navigant en Méditerranée. L'article [19, 20, 21] contient beaucoup de descriptions de constructions mécaniques de constructions simples, mais ne convenant que pour un temps très court, une saison seulement, ou pour des antennes faites de tubes de cuivre de chauffage. Si la distance entre votre récepteur et l'antenne dépasse 10 m, je

récepteur et 5V pour le synthétiseur et le microprocesseur, sont stabilisées par IC5 (LM7805). La tension d'alimentation pour la partie analogique du récepteur est aussi isolée par la self de choc L6. L'entrée de l'alimentation est protégée d'une inversion de polarité par la diode D2. Le cavalier JP2 permet d'utiliser

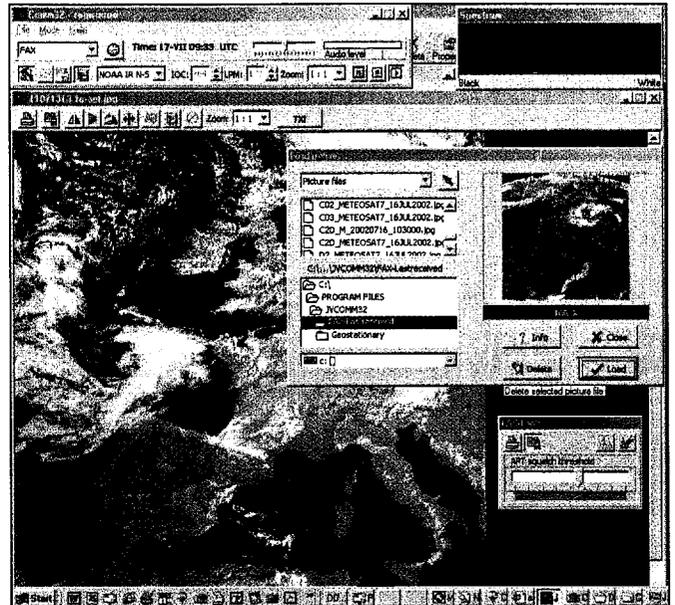


Fig. 21 - Le programme jvcomm32 en action.

vous recommande l'utilisation d'un préamplificateur sélectif pour la bande 137 MHz, utilisant de préférence des transistors bipolaires. L'expérience a montré que les tempêtes d'été ont un impact plutôt mauvais sur les transistors MOS-FET. Dans un environnement à interférence industrielle, il est souvent préférable d'utiliser un filtre passe-bande en hélice à l'entrée du préamplificateur.

6. ALIMENTATION DU RÉCEPTEUR

Le récepteur requiert un adaptateur d'alimentation stabilisée de 9 - 12V. Il est fortement recommandé de porter un soin particulier à la sélection de l'adaptateur de l'alimentation. Si vous possédez un oscilloscope, examinez sa sortie sur une charge de 150 mA et vérifiez qu'il n'y reste pas d'ondulation. Les amplificateurs basse fréquence IC2 et IC6 sont alimentés directement depuis l'adaptateur. Les autres tensions d'alimentation, 5V pour les circuits du

le coaxial de l'antenne pour alimenter le préamplificateur d'antenne ou le convertisseur Météosat. Ceci requiert une puissance d'alimentation supérieure, et pour connecter le convertisseur OK2XDX de Météosat [22], je recommande un adaptateur d'alimentation de 12V/500 mA. À suivre...

N.D.L.R.: Les références bibliographiques (notées [...] dans le texte) seront regroupées dans la seconde partie de l'article...

* L'auteur dit "impossible" mais nous avons reçu d'excellentes images (à grande distance uniquement et faible élévation) de satellites météo géosynchrones à l'aide d'une antenne Yagi 144 MHz.

** Ces deux types d'antennes ont été décrits dans MEGA-HERTZ magazine.

Miroslav Gola, OK2UGS
K hajku 2960,
CZ-738 01 Frydek - Mistek
République Tchèque
Traduction André
JACCOMARD, F6GQO

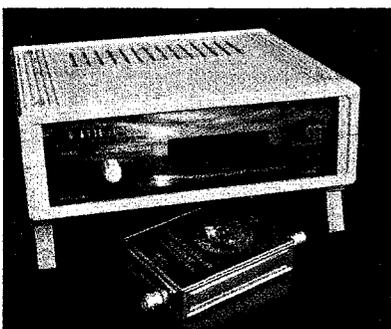


Fig. 19 - Le récepteur terminé dans un boîtier plastique.

sur le balcon d'un immeuble, avec des satellites passant à une faible hauteur, ont montré qu'elle était masquée par des constructions ou d'autres balcons. Pour résumer, il est possible de recevoir des signaux lorsqu'ils sont "vus" par l'antenne. Des instructions pour construire plusieurs types d'antennes Turnstile sont sur