

# Relais radioamateurs

## Logiques de relais, montages auxiliaires et variantes

par Pierre Cornélis, ON7PC    rue Ballings, 88    1140 Bruxelles

*Nous avons recueilli quelques schémas de logiques pour relais.*

*D'autres part si nous ne considérons que le fait de "relayer" des signaux au sens propre du terme, il y a aussi d'autres variantes de relais.*

### 1. Circuit de squelch et COR

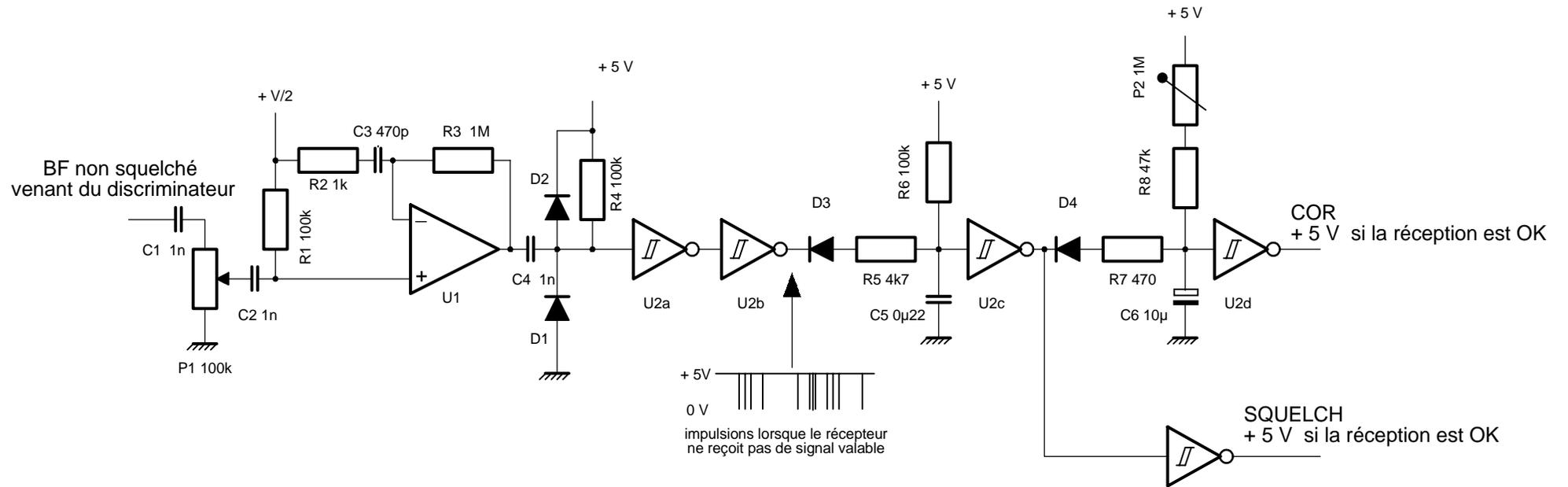
Le circuit que nous allons décrire ici reprend les fonctions de squelch ("silencieux") et de COR ("Carrier Operated Relay"). Le squelch a pour but de bloquer le signal BF s'il n'y a pas vraiment de modulation. Le Carrier Operated Relay, permet d'enclencher la partie émission s'il y a une porteuse.

Le signal BF est pris à la sortie du discriminateur, il s'agit donc d'un signal "non-squelché". On remarque qu'à cet endroit le signal est très important (en amplitude) et comporte beaucoup de composantes à fréquence élevée. par contre ce signal passe à zéro s'il y a une porteuse sans modulation et représente la modulation s'il y a effectivement une modulation sur le canal. Le circuit U1 (LM741 par exemple) est un ampli dont le gain est limité à 1000 (rapport R3/R2) et monté en passe-haut. Ce qui veut dire que le signal à la sortie sera de très grande amplitude lorsque le récepteur ne recevra "rien" et de très faible amplitude lorsqu'il y aura un signal utile. Ce signal est écrété par D1 et D2 et passe par deux portes logiques inverseuses et trigger de Schmitt.

Donc lorsqu'il n'y a pas de porteuse et pas de signal, les impulsions négatives à la sortie de U2b, déchargent le condensateur C5, la sortie de U2c est haute et la sortie squelch (U2e) est basse. Lorsqu'il y a une porteuse ou un signal utile, il n'y a plus d'impulsions négatives, mais un niveau haut sur le condensateur C5 (le retard R6 C5 est de l'ordre de 20 ms), la sortie de U2c est basse et donc la sortie squelch (U2e) est haute.

Lorsque la porteuse ou le signal utile apparaît, la sortie de U2c est basse donc le condensateur C6 est déchargé, la tension de sortie de U2d est haute. Lorsque la porteuse ou le signal utile disparaît, la sortie de U2c est haute et le condensateur C6 met un certain temps à se charger (C6 et R8 + P2 donnent une constante de temps de 0,5 à 10 sec environ). et le signal COR reste donc encore un certain temps au niveau haut (+5 V) avant de retomber.

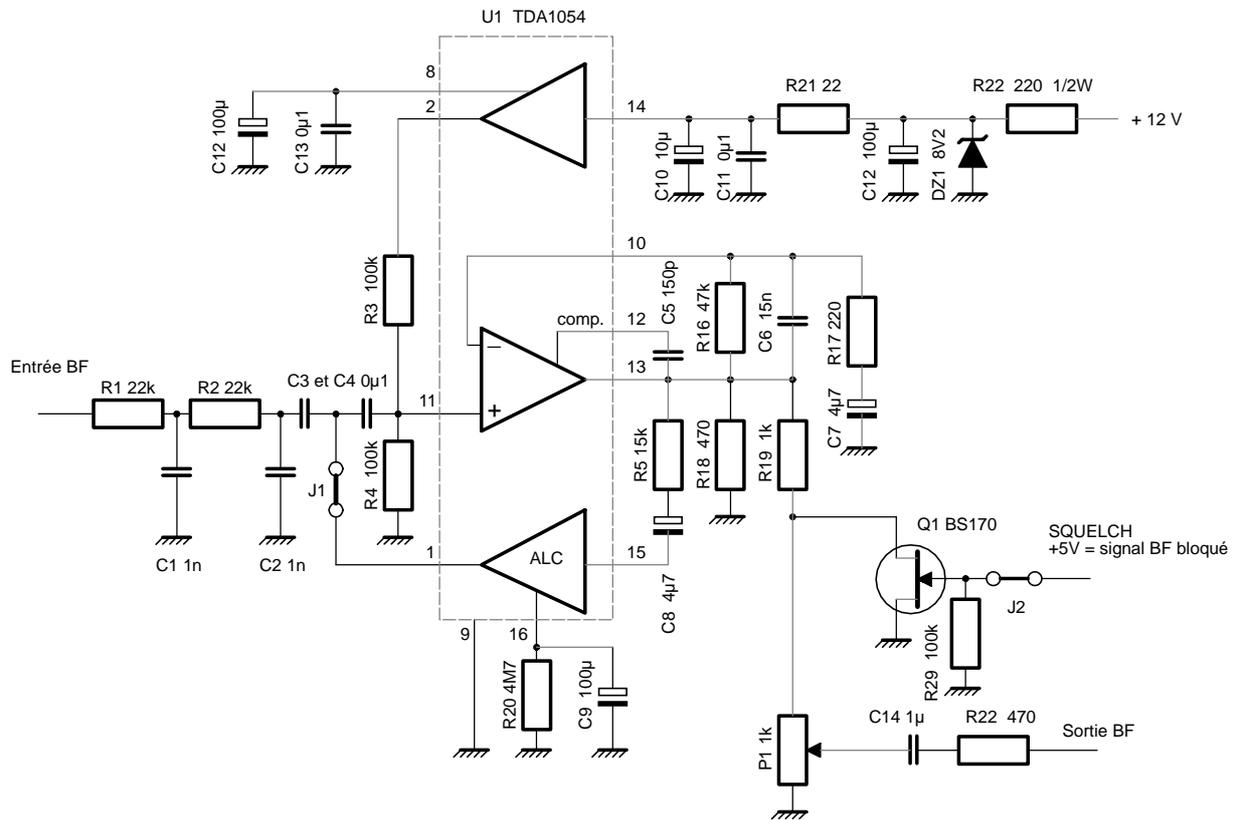




## 2. Compresseur avec TDA1054

De tous ceux que nous avons expérimentés, le TDA1054 a donné les meilleurs résultats. Ce compresseur de modulation équipait certains cassettophones et il était utilisé pour obtenir un niveau de modulation correct quel que soit la distance à laquelle on parlait. Le circuit d'entrée est pourvu de deux cellules passe bas qui coupent à 3,6 kHz. Le circuit est idéalement alimenté par une tension de 9 V, d'où R22 et DZ1. Le reste du circuit est conforme à la note d'application. Le jumper J1 permet de travailler sans compression.

Il faut aussi remarquer le circuit de squelch avec Q1 qui court-circuite le signal si sa gâchette est portée à une tension positive. Le jumper J2 permet de travailler sans squelch.



### **3. Logique complète**

Le schéma fait appel à des inverseurs à trigger de Schmitt montés en temporisateur. U1a évite les coupures intempestives lorsque la station "entre" dans le relais avec un signal très faible. Un délai de 1 sec semble raisonnable. U1b permet de garder le relais "ouvert" pendant un temps compris entre 10 ms et 10 s (P1) après la disparition du signal d'entrée (COS). Idéalement P1 est réglé pour 3 secondes.

U1c, U1d et U2 constituent "l'antibavard" ou timeout : si le relais est occupé pendant un temps variable de 1 minute à 5 minutes (P2), la sortie de U2 passe à l'état H, ce qui bloque le transistor Q3 (PTT). Le timeout peut être supprimé en enlevant le jumper J1

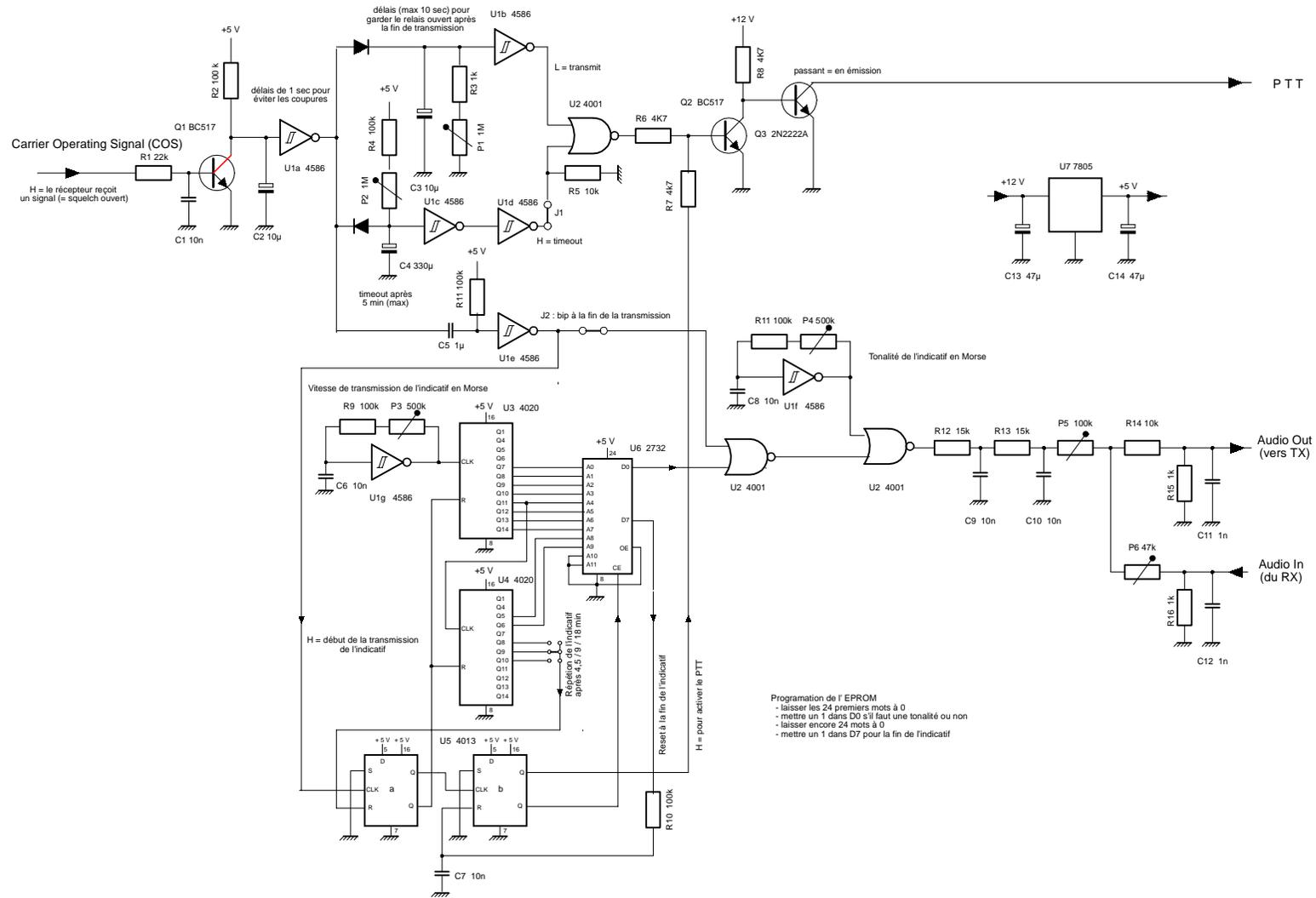
La largeur de l'impulsion fournie par U1e détermine le bip de fin de transmission. Ce bip peut aussi être supprimé (J2).

U1f est monté en oscillateur et fournit la tonalité de l'identificateur en Morse. Le signal est "arrondi" par R12, C9, R13, C10. Le niveau de l'identification est réglé par P5. U1g est également monté en oscillateur et donne la vitesse de la manipulation, de même que la durée de répétition de cet indicatif. U3 et U4 forment le compteur qui adressera l'EPROM U6. Les 24 premiers mots sont à 0. D0 contient alors un 1 s'il faut de la tonalité ou non, il faut trois 1 successifs pour le trait et un seul 1 pour le point. A la fin du message laisser encore 24 mots à 0, puis mettre un 1 dans D7 Ceci produit le reset de U5b.

Le niveau audio est ajusté par P6.

Cette logique est du type Carrier Operated Relay. On peut lui adjoindre un détecteur de 1750 Hz ou un détecteur de CTCSS.





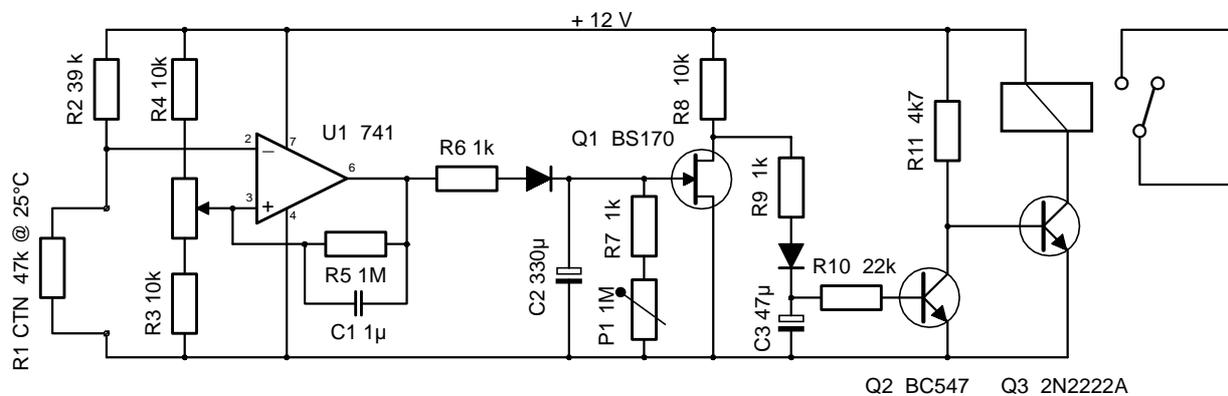
## 4. Contrôleur de température

Dans un relais, il faut parfois

- maintenir les cavités à température plus ou moins constante : on construit alors une caisse en bois recouverte de polystyrène ("frigo-lite") et on peut maintenir cette enceinte à température constante à l'aide de deux lampes de 40 W par exemple et du circuit représenté ci-après.
- parfois, il faut aussi ventiler le PA ou l'équipement

Le circuit ci-après permet de "refroidir". C2, P1 et R7 déterminent le temps pendant lequel on continue à refroidir alors que la température basse est atteinte (5 min maximum dans le cas représenté). C3 et R10 déterminent le retard à la mise en route du ventilateur (1 sec dans le cas représenté).

Pour "chauffer", il suffit d'inverser R1 et R2



## 5. "Cross-band repeater"

*Ce type de relais n'est conforme à l'idée de "relais" au sens de l'IARU Région 1. Il n'est donc pas réaliste de présenter un dossier avec un tel système à la coordination.*

Les constructeurs de transceivers "dual-band" ont eu l'idée d'inclure une fonction "**cross-band repeater**" dans leur transceiver. Si, un signal entre sur le récepteur 2 m, on enclenche l'émetteur 70 cm et on lui applique le signal reçu, et inversement. Pour celui la firme qui construit ce genre de transceiver, et pour le programmeur qui programme le microcontrôleur qui gère le transceiver, il ne s'agit que de quelques lignes de code à ajouter. Cette fonction cross-band repeater, est souvent une des fonctions cachées (c-à-d "non documentée" dans le manuel) et il faut en général appuyer sur "n" boutons à la fois pour y avoir accès. Les revendeurs se font bien sûr un plaisir de communiquer cette information à tous vents.

Comme on travaille sur deux bandes différentes, il n'y a que peu de problèmes de désensibilisation. Un transceiver à deux sorties d'antenne séparées est bien sûr préférable. Il ne reste qu'à mettre deux antennes et à les séparer de quelques mètres, pour gagner quelques dB en isolation

On peut très bien comprendre l'emploi d'un tel relais dans le cadre d'une mission spécifique. Par exemple, pour une mission Croix-Rouge où une station éloignée ou mal dégagée n'est pas en mesure de communiquer avec le poste central de secours, il serait possible de "déposer" un véhicule équipé d'un tel cross-band repeater sur un point intermédiaire bien dégagé.

On peut aussi très bien comprendre l'emploi d'un cross-band repeater lors d'une "hamvention", le relais installé chez un radioamateur bien localisé permettra donc un radioguidage sur un plus grand rayon.

Les inconvénients de ce système sont :

- ce genre de relais n'émet pas d'indicatif,
- si on entend un des deux opérateurs sur une fréquence, on ne sait pas quelle autre fréquence sur laquelle il faut écouter ou émettre
- si on entend un des deux opérateurs, on ne sait pas s'il est "en direct" ou "via le relais",
- et si tous les radioamateurs qui possèdent un tel transceiver mettent en route la fonction cross-band repeater, cela devient très vite une cacophonie incroyable...

A proprement parlé, ceci n'est pas un "relais" comme ceux dont il est question au niveau IARU.

C'est pourquoi, on ne peut accepter que cette fonction soit mise en fonction que pour une durée limitée (un à trois jours maximums) et pour des raisons bien spécifiques( voir exemples plus haut).

## 2. Expérience avec une autre forme de relais cross-band

*Ce type de relais n'est conforme à l'idée de "relais" au sens de l'IARU Région 1. Il n'est donc pas réaliste de présenter un dossier avec un tel système à la coordination.*

Pour tout vous dire ... à l'époque (en 1989), William ON5IQ et moi-même faisons partie d'un groupe "multisports" qui faisait des randonnées et nous avons organisé une randonnée en Italie. On voulait rester en contact avec nos amis en Belgique.

En Italie, il fallait un matériel léger, il était donc hors de question d'emporter un émetteur décamétrique, une batterie et une antenne. Au maximum on pouvait se permettre les 500 gr d'un transceiver 2 m et un accu de réserve. La bande par prédilection pour faire la liaison Italie-Belgique était le 40 m.

Mais nous avons aussi prévu de loger dans un endroit équipé de 220 V (un petit hôtel, genre pension de famille). Il y avait un peu de place dans la camionnette pour prendre un peu de matériel radio en plus. A la suite de tribulations, nous sommes arrivés à un circuit relativement simple. De la montagne jusqu'à l'hôtel on ferait la liaison en 2 m et à l' Hôtel il y aurait un "relais" vers 40 m.

Pour mettre l'émetteur décamétrique en route, il suffit d'utiliser le squelch du transceiver 2 m, ou plus particulièrement le signal qui va vers la LED "BUSY". Par contre dans l'autre sens c'est un peu plus compliqué. D'abord à l'époque (1989) où cela a été fait, il n'y avait pas de "squelch" sur les transceivers déca, de plus, le réglage du squelch sur un émetteur déca est beaucoup plus critique que sur un émetteur VHF-FM, sur un émetteur déca il faut constamment corriger le niveau du squelch en fonction de la propagation et du niveau reçu.

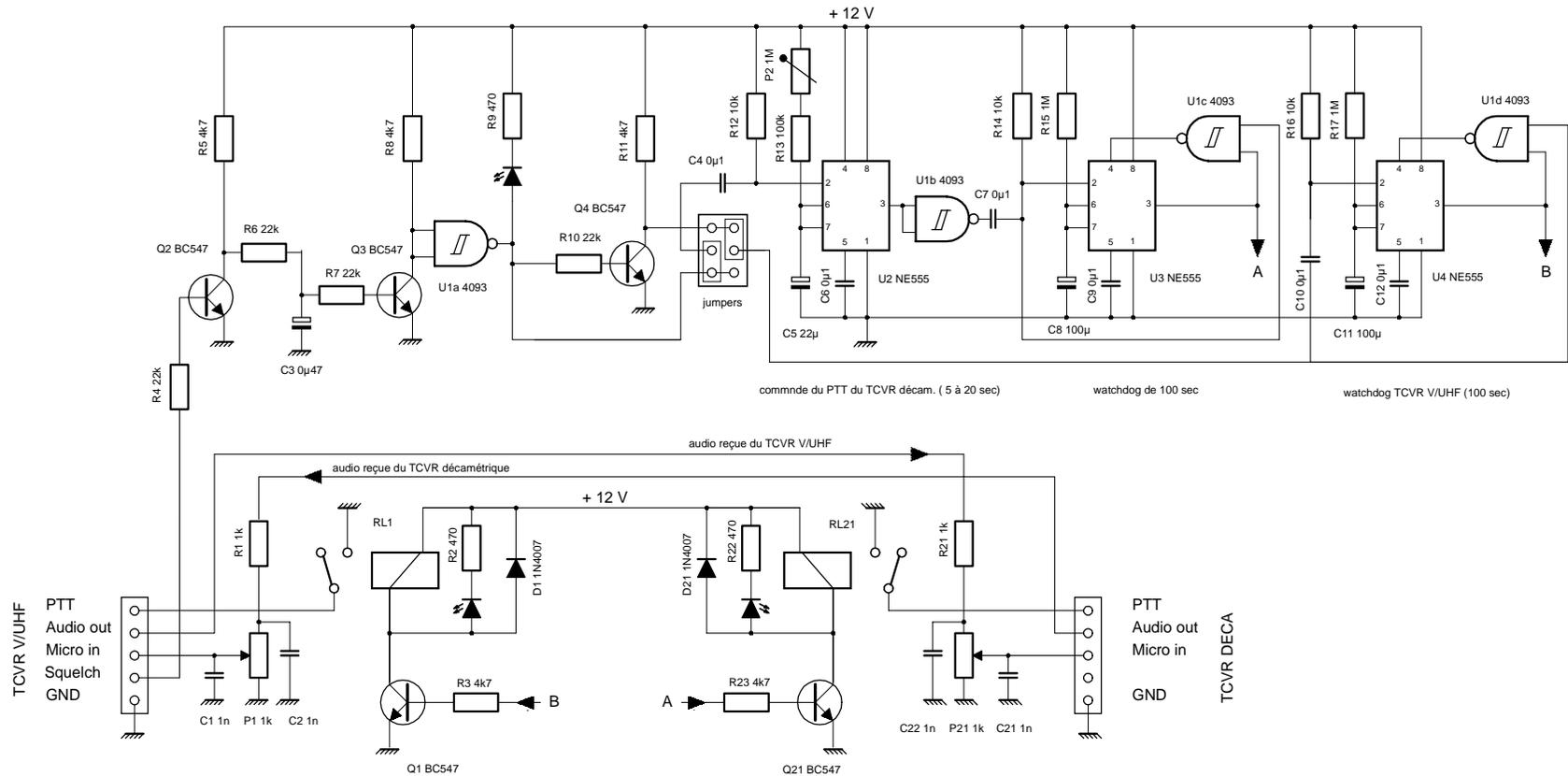
Partant du fait que chaque fois qu'on transmet en 2 m on s'attend à ce qu'on réponde en décamétrique, il est venu à l'idée de mettre un timer (NE 555) qui enclenche l'émetteur VHF pendant "un certain temps". Ce "certain temps" a été fixé à 10 secondes. La question subsidiaire était que faire si la communication en déca durait plus de 10 secondes : c'est très simple, on redonne un petit coup de PTT pour réactiver le NE555 ! Bien sûr on perd un petit morceau de la conversation (0,1 à 0,5 sec), mais on peut très bien "intégrer" et accepter cette petite perturbation.

Un second timer (IC2) empêche que l'émetteur décamétrique ne reste enclenché pendant plus de 120 secondes. C'est un genre de watch dog.

Donc à l'hôtel, il y avait un transceiver 2 m avec une antenne à base magnétique sur le balcon, un transceiver décamétrique (40 m) avec un dipôle tendu entre le balcon de la chambre d'hôtel et un pylône électrique, juste dans la bonne direction pour la Belgique) et la logique dont le schéma est donné ci-après. En randonnée en Italie on avait un portable et un accu de réserve.

Inconvénients : On a aucun contrôle sur le réglage de fréquence de l'émetteur déca, donc si on est "à côté de la fréquence" ou si la fréquence est occupée on est "ennuyé". Mais ce qui semblait le plus ennuyeux ce sont ces quelques grincheux en ON4 qui s'inquiétait de la licence de ce relais, par contre en Italie pas de problème, les OM locaux nous ont laissé la fréquence le temps qu'il fallait ...

Amélioration possible : On pourrait employer le CTCSS pour enclencher le relais, ainsi les radioamateurs locaux peuvent "aussi" utiliser la fréquence 2m pour un usage "local" !



### 3. Une logique minimaliste pour un relais de secours

***Ce type de relais n'est conforme à l'idée de "relais" au sens de l'IARU Région 1. Il n'est donc pas réaliste de présenter un dossier avec un tel système à la coordination.***

Lorsqu'un relais équipé d'un microcontrôleur tombe en panne ou lorsqu'il est détruit par l'orage, cela prend en général "un certain temps" avant que le gourou du radio club ne retrouve "son code" et soit en mesure de refaire une nouvelle logique. Et Murphy aidant, le chip microcontrôleur est déjà complètement dépassé où n'est plus disponible dans le commerce ...

Nous proposons ici une logique minimaliste pour réaliser un relais de secours. Le montage peut être réalisé en moins d'une soirée. Bien sûr il n'y a pas de roger-bip, ni d'identificateur, ni d'autres fioritures.

Le relais peut être mis en route de 4 manières différentes

- par la porteuse (Carrier Operated Relay ou COR). Il y a deux entrées, l'une pour la mise en route du relais par un signal positif (+ V) l'autre par une mise à la masse. Sur les anciens TCVR qui possèdent une LED "Busy" on utilisera ce signal comme COR.
- par un système CTSS. : Il y a aussi deux entrées, l'une pour la mise en route du relais par un signal positif (+ V) l'autre par une mise à la masse. Les signaux logiques doivent être repris sur le module CTSS.
- par un "burst" à 1750 Hz. : On utilise le décodeur de tonalité U4 (NE 567). La fréquence exacte (1750 Hz) est déterminée par C104, R101 et R102. Pour C104 il est impératif d'utiliser un condensateur styroflex ou éventuellement un MKH. La sortie 8 de U4 va à la masse si le 1750 Hz est détecté. Lorsqu'on utilise l'ouverture par le 1750 Hz, il est nécessaire de maintenir le relais "ouvert" à l'aide de TOT (voir plus loin) par le jumper J4 et de la diode D5.
- ou par un VOX : l'ampli audio U5 donne un niveau suffisant pour être détecté et servir à actionner Q2. Lorsqu'on emploie le VOX, le HOT (voir plus loin) doit être allongé et porté entre 5 et 10 secondes.

Si on choisit l'ouverture uniquement par le COR, on doit alors fermer le jumper J2 et si on choisit uniquement l'ouverture du relais par CTCSS ou par 1750 Hz ou par VOX, alors il faut fermer le jumper J1.

On peut aussi choisir des combinaisons pour l'ouverture par exemple par COR et par CTSS ou par COR et par VOX.

Quelle que soit la méthode d'ouverture, il faut de toutes façons que la sortie de U1a passe à l'état haut pour "ouvrir" le relais. Dans ce cas Q3 devient conducteur Le condensateur C7 se charge presque instantanément et la sortie de U2 (broche 3) passe à l'état haut. le transistor Q5 devient conducteur et actionne le PTT de l'émetteur. Si la porteuse (ou le CTSS) disparaît, la sortie de U1a repasse à la masse, Q3 se bloque et C7 prend un certain temps à se déchargé au travers de R13 et P1. Pendant ce temps le relais reste donc enclenché. U2 génère ainsi ce qu'on appelle le Hold Over Timer (HOT). Le HOT est typiquement réglé à 3 secondes.

Grâce au jumper J3 (que l'on peut éventuellement remplacer par un inverseur) on peut mettre le relais hors service, ou forcer le PTT pour tester si l'émetteur sort sa puissance nominale par exemple

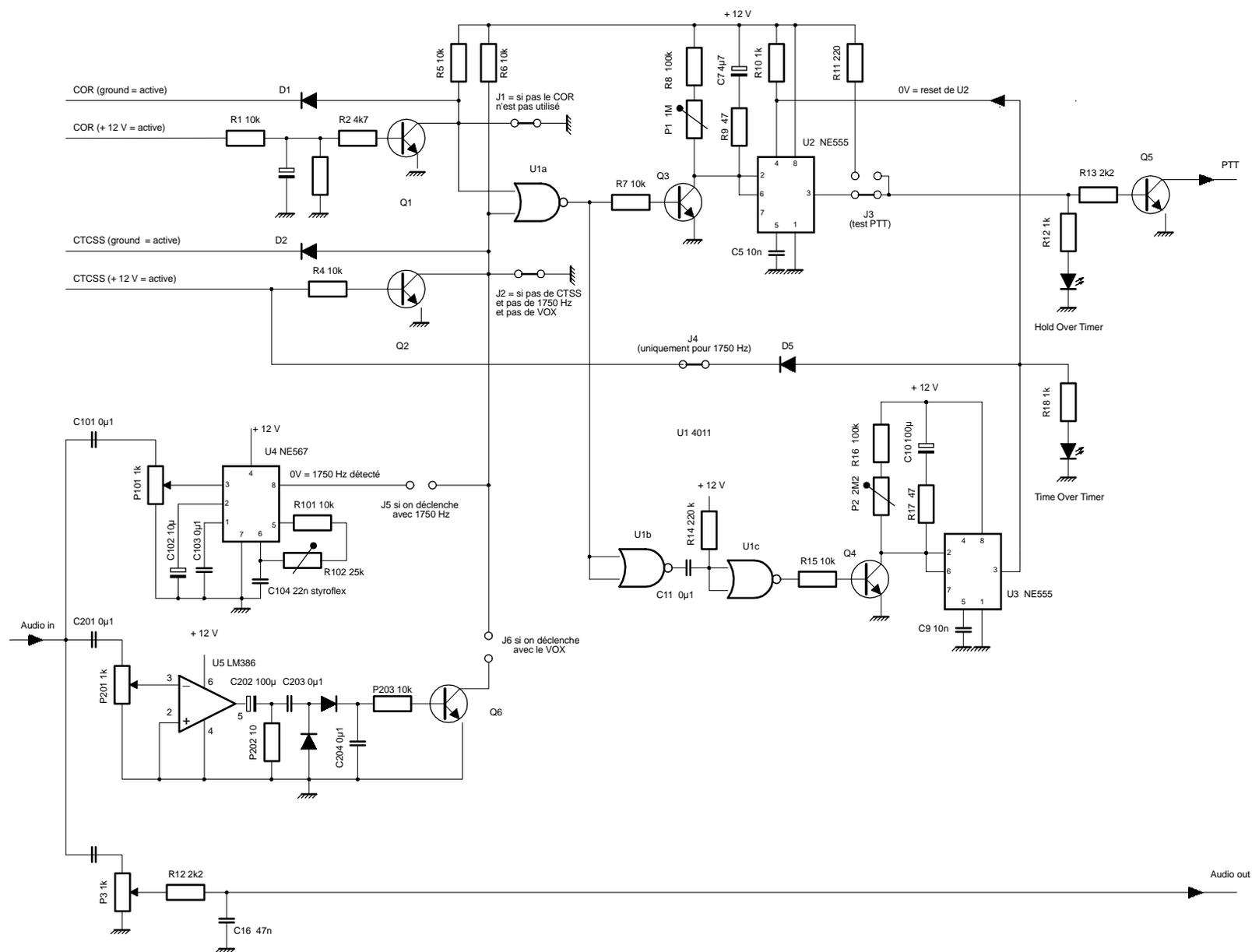
Mais il faut aussi empêcher que le relais reste enclenché par une porteuse intempestive, d'où le second timer U3 encore appelé Time Out Timer (ou TOT). Lorsque le relais est enclenché, la sortie de U1a passe à l'état haut, ce qui génère une impulsion négative à la sortie de U1b et une impulsion de l'ordre de 22 ms à la sortie de U1c. Cette impulsion positive fait conduire Q4, qui charge C10, la sortie de U3 (pin 3) va à l'état haut. Pendant que C10 se décharge cette sorte de U3 reste toujours à l'état haut. Après un temps fixé par C10 et R16 la sortie de U3 retombe à zéro. La broche 4 de U2 passe aussi à 0, forçant ainsi la sortie de U2 à aller à la masse, ce qui ouvre le PTT. Le TOT est typiquement réglé entre 1 à 3 minutes.

Remarquez l'utilisation particulière des timers NE555 : le threshold (broche 7) n'est pas utilisé et le condensateur retourne au +12 V.

Une dernière chose importante : le niveau BF du récepteur est rendu ajustable par P3, et le signal passe encore dans un petit filtre passe-bas.

Nous avons voulu représenter un schéma "universel", mais on peut bien sûr simplifier ce schéma : si vous n'avez pas l'intention d'utiliser ce relais en VOX, U5 et tous les composants associés ne doivent pas être montés !





#### 4. Un relais classique et deux cross-band repeater = un "super" relais

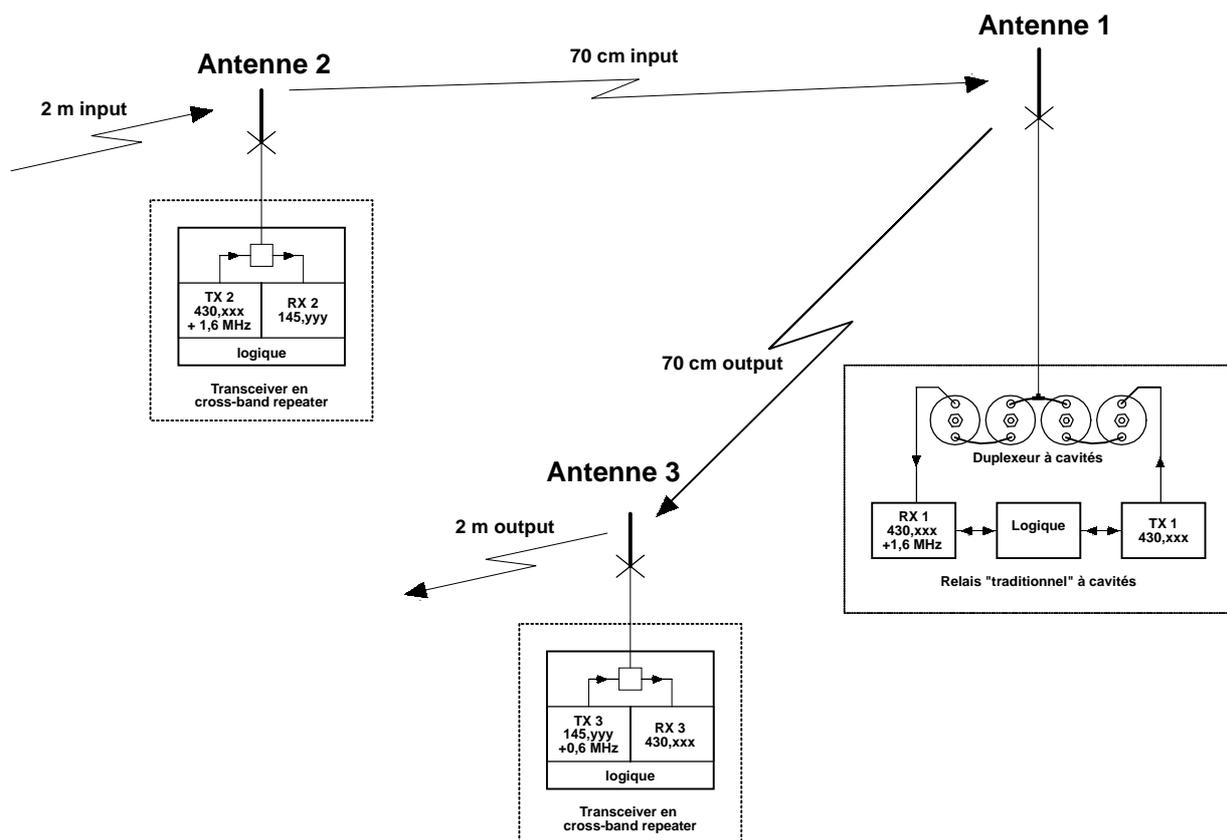
Supposons que nous ayons un relais 70 cm classique avec un duplexeur à cavité. En ajoutant deux cross-band repeater, on peut réaliser un ensemble formant un double relais 2 m/ 70 cm avec sortie simultanée sur les 2 bandes quelle que soit l'entrée (2 m ou 70 cm).

Il faut toutefois que l'émetteur 2m ne désensibilise le récepteur 2 m. Les antennes 2 et 3 doivent donc être écartées (voir les informations de REMEC/WACOM). On pourrait donc mettre l'antenne 3 sur le même pylône que l'antenne 1 et séparer ces antennes de quelques mètres. Pour l'antenne 2 il faudra donc choisir un autre emplacement.

Le TX2 peut être mis en basse puissance. Le RX3 peut être précédé par un atténuateur de façon à éviter certains radioamateurs à utiliser le système sur une fréquence d'entrée non spécialement prévue à cet effet. Si les TCVR qui assurent en crossband repeater ont des sorties d'antennes séparées 2 m et 70 cm on peut utiliser une petite antenne yagi pour le TX2.

Bien sûr tout le raisonnement peut être appliqué en partant d'un relais "traditionnel" 2 m utilisant des cavités.

Il faut évidemment trouver une paire de fréquences pour le relais 2 m et une paire de fréquences pour le relais 70 cm. Pour pouvoir réaliser cela il faudrait que les responsables actuels de stations 2 m et 70 cm s'entendent et se mettent ensemble pour présenter un projet commun. Ainsi ON0BT et ON0UBA pourraient ne former plus qu'un seul relais, de même pour ON0OV et ON0GRC , ON0LG et ON0PLG , ON0KT et ON0KTK, ON0NR et ON0NMR, ON0AN et ON0ANR, etc ... Mais pour cela il faut quelque chose que l'on ne trouve pas dans le commerce, à savoir, faire preuve de bon sens.



***Pour autant qu'il y ait un consensus entre responsables de relais, nous pourrions essayer de défendre l'idée d'un tel relais auprès de l'IBPT.***