

Réalisation OM d'un boîtier de commande « SO2R » simplifié : Single Operator 2 Radios.

Comment raccorder deux *transceivers* sur une seule antenne commune sans faire de bêtise ? Autrement dit, comment concevoir un système « *fail-safe* » qui met à l'abri les deux *transceivers* de tout risque de dommage irréversible du PA ou de l'entrée RX (étage d'entrée de la partie réceptrice) ?

Ce projet est né de l'idée d'un OM de la section de Liège ON5VL, un OM qui est passionné par la chasse aux QSO DX en ondes courtes. Le but du projet est de pouvoir utiliser à tout moment l'un ou l'autre *transceiver* suivi d'un amplificateur linéaire commun et d'une antenne commune, cela par une action sur un simple interrupteur et sans devoir changer la moindre connexion sur les lignes coaxiales de l'installation.

Il existe des versions commerciales de boîtiers de commande SO2R, mais ceux-ci sont complexes, coûteux et parfois nécessitent l'adjonction d'autres boîtiers accessoires de commutation coaxiale et de filtres passe-bande. Nous vous proposons dans cet article une réalisation OM, la plus simple possible, facile à exécuter et le tout pour un prix raisonnable.



Fig. 1 : Réalisation OM d'un boîtier de commande SO2R avec pilotage d'un relais coaxial spécial du type « *transfer switch* » (voir description plus loin dans le texte).

Pourquoi un opérateur radioamateur utilise-t-il deux *transceivers* ?

Il faut reconnaître que ce n'est pas une pratique courante pour la plupart des OMs. En revanche, cette technique est relativement prisée par les OMs qui s'inscrivent régulièrement à des *Contests* dans la catégorie *Single Operator*.

En général, le SO2R consiste à utiliser deux *transceivers* respectivement sur deux antennes distinctes, ce qui permet à l'opérateur d'être à l'écoute du trafic radio sur une bande de fréquence pendant qu'il émet sur une autre bande. Cela permet à l'opérateur de localiser efficacement d'autres stations radioamateur participant au *Contest* et avec lesquelles l'opérateur désire établir des QSO pour améliorer son score de points dans la compétition.

Dans les *Contests Single Operator*, le radioamateur ne peut utiliser qu'un seul émetteur à la fois. En revanche, il est permis d'utiliser plusieurs récepteurs en même temps comme par exemple la partie réceptrice d'un deuxième *transceiver*. Être à l'écoute d'autres stations pendant que l'on émet reste un défi pour l'opérateur car cela lui demande beaucoup d'entraînement et de concentration.

Un des modes préférentiels des OMs qui utilisent le SO2R est le RTTY (Radio-télétype) où l'opérateur utilise d'une part une série de messages préprogrammés pour l'émission et d'autre part un logiciel informatique dédié pour enregistrer automatiquement les QSO dans un *Logbook*. Le RTTY n'est pas le seul mode utilisé : l'opérateur peut aussi préférer par exemple le mode PSK (*Phase Shift Keying*) ou d'autres modes de modulations numériques.

Une réalisation OM d'un système « SO2R » simplifié :

Le projet que nous vous présentons ici ne consiste pas à utiliser deux *transceivers* en même temps (un en réception sur une bande pendant que l'autre émet sur une autre bande). En revanche, il est parfois très utile de pouvoir passer de l'utilisation d'un premier *transceiver* à celle d'un deuxième *transceiver* et cela en une seule fraction de seconde.

Prenons l'exemple d'un OM qui utilise un premier *transceiver* SRD (*Software Defined Radio*) conjointement avec un ordinateur et un logiciel multitâches, comme par exemple HRD (*Ham Radio Deluxe*). Cette première station permet de suivre entre autres en temps réel les DX Clusters et d'autres banques de données sur les stations DX présentes sur les différentes gammes d'ondes. Ce même OM dispose d'un deuxième *transceiver* traditionnel qu'il veut utiliser à tout moment d'une manière indépendante du premier *transceiver* tout en profitant des informations DX et de l'utilisation de son *Logbook*. L'OM dispose d'une seule antenne multi-bandes. Dans ce cas, il devient particulièrement intéressant de pouvoir basculer l'antenne d'une station à l'autre en une fraction de seconde par un système de commutation bien étudié et qui sécurise les deux *transceivers*. C'est ce que nous vous proposons dans cet article.

L'erreur à ne pas commettre pour le raccordement de deux *transceivers* sur une même antenne :

On peut être tenté de raccorder les deux *transceivers* par l'intermédiaire d'un commutateur d'antenne : c'est l'erreur à ne pas commettre ! En effet, un commutateur d'antenne est prévu pour commuter l'unique sortie HF d'un seul *transceiver* sur plusieurs antennes distinctes. La ou les antennes qui ne sont pas sélectionnées sont, en fonction du type de commutateur, soit mises en court-circuit à la terre, soit mises en circuit ouvert.

Qu'arriverait-il à un *transceiver* en émission sur un court-circuit ou sur un circuit ouvert ? Malgré toutes les protections qui existent pour prémunir un *transceiver* d'un rapport d'ondes stationnaires infini à la sortie HF, le risque de destruction du PA est bien trop élevé.

Qu'arriverait-il à un *transceiver* en réception pendant que l'autre est en émission ? Comme l'isolation entre deux voies distinctes d'un commutateur d'antenne n'excède pas en pratique un rapport de -50 dB, la partie réceptrice d'un *transceiver* risque ainsi de recevoir un signal HF bien trop élevé en provenance de la partie émettrice de l'autre *transceiver*. L'étage d'entrée de la partie réceptrice risque donc d'être endommagé de manière irréversible par ce niveau excessif du signal HF : voir la caractéristique « *Damage Level* » d'un récepteur (niveau maximum de signal admissible à partir duquel celui-ci provoque une destruction irréversible de l'étage d'entrée du récepteur).

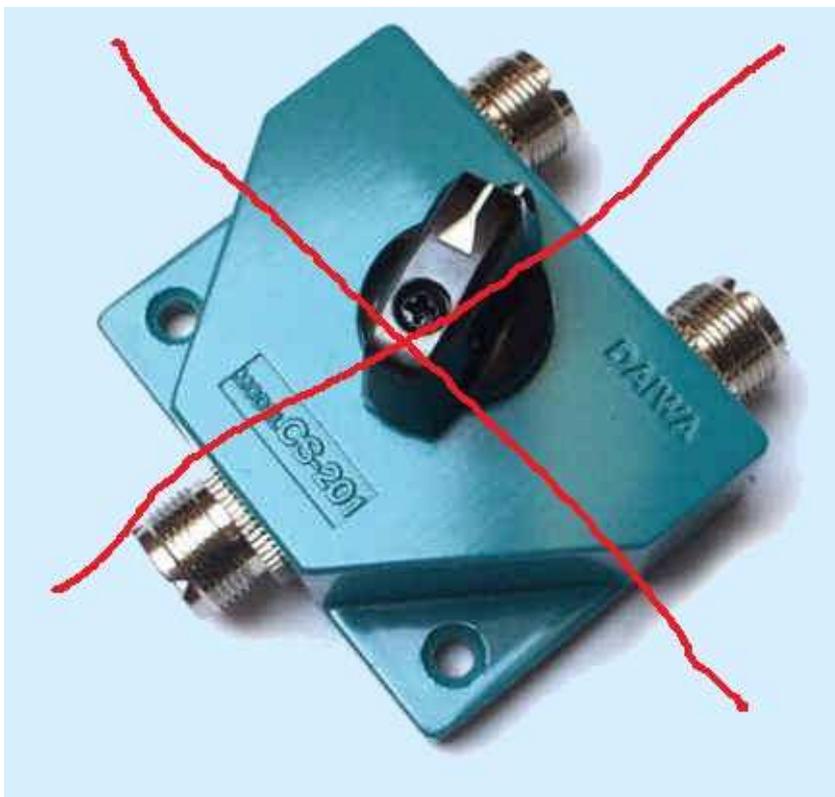


Fig. 2 : Un commutateur d'antenne ne convient pas pour un projet SO2R.

Le premier principe actif de la réalisation : un relais coaxial du type *transfer switch*.

Un relais coaxial du type *transfer switch* est un véritable inverseur à deux entrées et deux sorties.

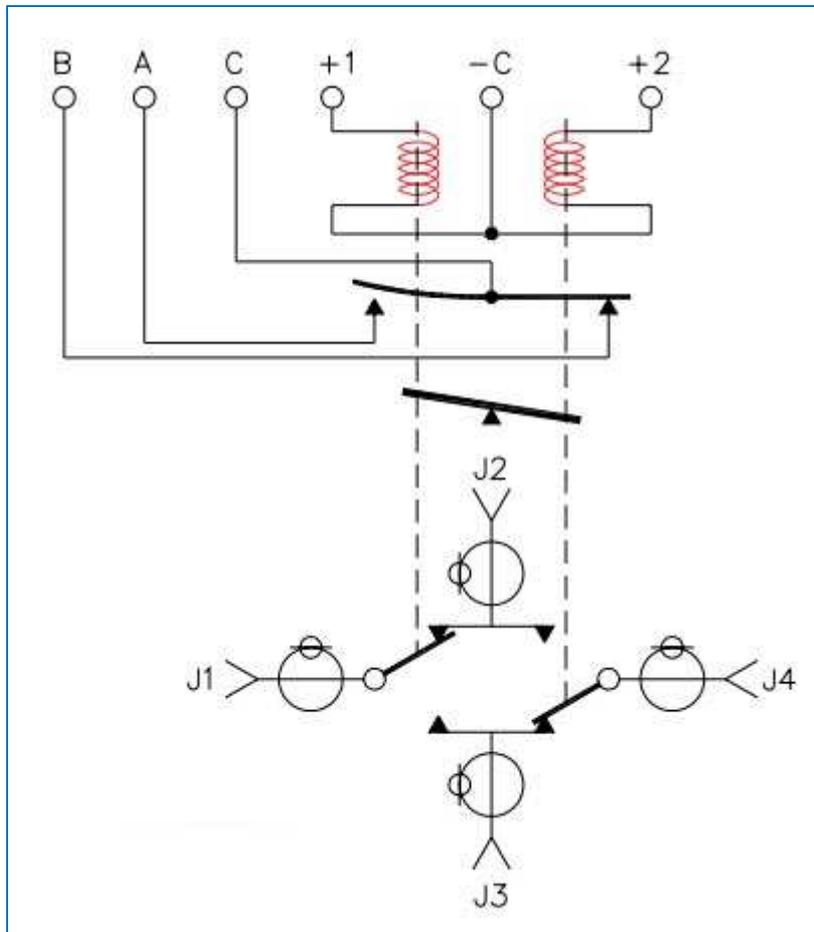


Fig. 3 : Relais coaxial *transfer switch* du type à verrouillage (*Latching*) et à contact indicateur de position.
Source : Teledyne.

Il existe différents modèles de relais coaxiaux du type *transfer switch*. Ceux-ci sont répartis en deux groupes distincts : celui des modèles « *Fail-Safe* » et celui des modèles « *Latching* ». Les relais du type « *Fail-Safe* » sont équipés d'une seule bobine de commande. Celle-ci doit être alimentée en permanence pour aiguiller la connexion coaxiale d'une position de repos vers une position de travail. En cas de coupure de courant, le relais revient instantanément à la position de repos. Les relais du type « *Latching* » ou « *Self Cut-Off Latching* » sont équipés de deux bobines de commande. La première bobine permet de faire basculer le relais coaxial sur une première position ; la deuxième bobine de le faire basculer sur la deuxième position. Une fois qu'une bobine a été excitée et que le relais coaxial a basculé sur la position correspondante, cette bobine est désexcitée soit manuellement pour les relais « *Latching* » soit automatiquement pour les relais « *Self Cut-Off Latching* ». Le relais conserve alors la position sur laquelle il a été basculé malgré l'absence du maintien de courant dans la bobine d'excitation.

Le type de relais « *Latching* » (à verrouillage) est donc un type de relais à mémoire magnétique. Ce type de relais est particulièrement précieux pour notre application. En effet, en cas de panne du circuit d'alimentation de la commande de basculement du relais, celui-ci conserve la position sur laquelle il a été basculé. Vous comprendrez immédiatement l'avantage de ce type de verrouillage : la voie de connexion coaxiale reste établie quoi qu'il arrive, même en pleine émission du *transceiver* qui avait été sélectionné pour être raccordé sur l'antenne.

Un relais coaxial *transfer switch* peut être muni d'une option supplémentaire : celle d'être équipé d'un contact SPDT (*Single Pole Dual Throw*, un circuit à deux positions) libre de potentiel. Ce contact appelé « *Indicator* » sert, comme son nom le suggère à indiquer la position sur laquelle se situe l'état de basculement du relais. Ce contact va nous être précieux pour piloter un relayage conventionnel auxiliaire dans le but de réaliser un inter-verrouillage (*Interlock*) des commandes PTT (*Push To Talk*) de passage en émission des deux *transceivers*.

Pourquoi un relais coaxial à deux entrées et deux sorties ?

C'est ici qu'intervient le deuxième principe actif de la réalisation.

Qu'est-ce qui peut protéger à coup sûr la sortie d'un PA en état (volontaire ou involontaire) d'émission ?

1^{ère} réponse : que la sortie du PA soit raccordée sur une antenne accordée et adaptée.

2^{ème} réponse : que la sortie du PA soit raccordée sur une charge fictive de puissance.

Les deux réponses sont bonnes !

Ainsi, la première sortie du *transfer switch* sera raccordée sur l'antenne d'émission/réception et la deuxième sortie de celui-ci sera raccordée en permanence sur une charge fictive de puissance.

Lorsque le *transfer switch* est basculé sur la première position, le premier *transceiver* est raccordé sur l'antenne et le deuxième *transceiver* est raccordé sur la charge fictive. Lorsque le *transfer switch* est basculé sur la deuxième position, le premier *transceiver* est raccordé sur la charge fictive et le deuxième *transceiver* est raccordé sur l'antenne.

Les figures suivantes illustrent le schéma de raccordement des deux *transceivers*, de l'antenne et de la charge fictive dans chaque position du *transfer switch*.

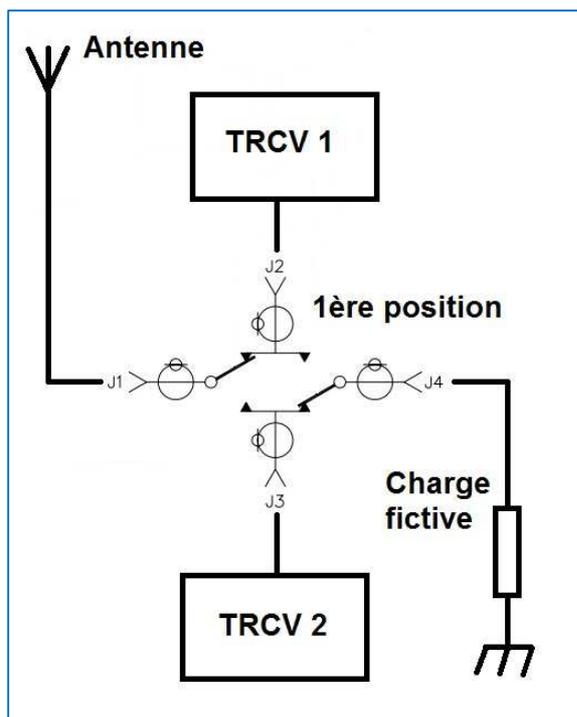


Fig. 4 : Raccordement des deux *transceivers* sur le relais coaxial *transfer switch* basculé en 1^{ère} position. Le premier *transceiver* est actif sur l'antenne ; le deuxième *transceiver* est inactif sur la charge fictive.

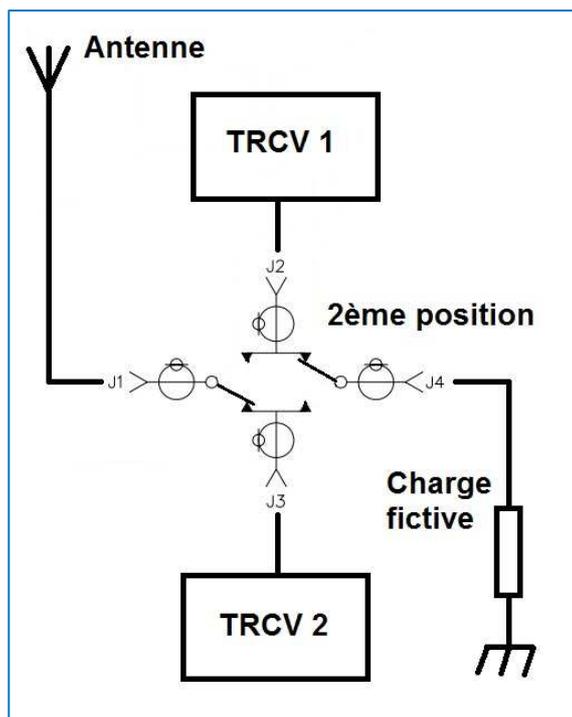


Fig. 5 : Raccordement des deux *transceivers* sur le relais coaxial *transfer switch* basculé en 2^{ème} position. Le deuxième *transceiver* est actif sur l'antenne ; le premier *transceiver* est inactif sur la charge fictive.

On remarquera que les deux voies coaxiales sont parfaitement indépendantes l'une de l'autre : elles sont isolées entre elles. Lorsqu'un *transceiver* est en émission sur l'antenne, l'autre *transceiver* est en réception sur la charge fictive et ne reçoit donc aucun signal. Toutefois, il existe un rapport d'isolation entre les deux voies coaxiales distinctes qui se situent à l'intérieur du *transfer switch*. Le *transceiver* qui est en réception reçoit une partie du signal du *transceiver* qui est en émission. Mais ce signal présent à l'entrée du récepteur est fortement atténué grâce à l'excellent rapport d'isolation de -80 dB du *transfer switch*.

Faisons un rapide calcul : Si la puissance d'émission des *transceivers* est de 200 W, cela correspond à un niveau absolu de +53 dBm (c'est-à-dire 53 dB plus fort qu'un milliwatt : 0 dBm). Une atténuation d'isolation de -80 dB par rapport à un niveau de +53 dBm donnera un niveau absolu de +53 dBm - 80 dB = -27 dBm, soit une puissance de 2 µW, ce qui correspond à un signal HF de 10 mV sur 50 Ω.

Pour avoir un point de comparaison, un indicateur S-mètre donne un niveau de signal S9 pour un niveau absolu de -73 dBm en ondes courtes. Un niveau de -27 dBm donnerait une indication de S9 + (73 - 27) dB = S9 + 46 dB. Un tel niveau de signal est tout-à-fait acceptable pour l'étage d'entrée d'un récepteur de radioamateur.

Que se passe-t-il si le transceiver qui n'est pas raccordé sur l'antenne passe en émission par inadvertance ?

Le *transceiver* qui n'est pas raccordé sur l'antenne est d'office raccordé en permanence sur la charge fictive. Ainsi, il est impossible de risquer la moindre avarie au PA de ce *transceiver*. Du côté de l'antenne, l'autre *transceiver* en réception recevra un signal de S9 + 46 dB et l'antenne rayonnera un signal de 2 μ W. Il n'y a donc aucun danger pour le matériel radio et il n'y a pratiquement aucun risque de perturbations radioélectriques.

Mais où donc trouver un relais coaxial *transfer switch* ?

Ce n'est pas la peine d'espérer acheter un modèle du constructeur Teledyne tout neuf chez Pasternack : il vous en coûtera presque 2.000,00 US Dollars ! En revanche, il existe un modèle équivalent du constructeur Ducommun que l'on peut trouver à la 22^{ème} foire des Radioamateurs au hall d'Expo de La Louvière pour un prix très correct de 75,00 Euros auprès de l'exposant PA0KBT. On trouve ce même modèle sur Ebay pour un prix de 80,00 US Dollars.

**TN/TNH SERIES
TRANSFER SWITCH
DC-12.4 GHz ◆ N**





The **TN Series** features N connectors and a frequency range of DC to 12.4 GHz.

The **TNH Series** features High Power N connectors and a frequency range of DC to 12.4 GHz.

Both series are available with fail-safe, latching self cut-off, or pulse latching functions.

Weight (max.):	14 oz
RF Impedance:	50 ohms nominal
Operating Temperature:	-25°C to +65°C ambient
Operating Life:	1,000,000 cycles min.
Switching Sequence:	Break Before Make

Fig. 6 : Relais coaxial *transfer switch*, modèle TN6V24 du constructeur Ducommun, type à verrouillage (*Latching*) et à contact indicateur de position. Source : Ducommun. Prix brocante : 75,00 Euros.

Vu le gabarit de ce modèle de *transfer switch*, celui-ci peut être traversé par un signal ondes courtes d'une puissance de près de 300 W. Il n'y a rien à craindre car les contacts sont établis lors de la sélection du *transceiver*, cela bien avant toute émission. L'impédance des parties coaxiales du relais est de 50 Ω . L'isolation est de -80 dB et la perte d'insertion est de -0,2 dB.

Dès l'approvisionnement du relais coaxial *transfer switch*, nous avons montés une petite plaquette de test pour les raccordements et nous avons testé les différentes voies coaxiales du relais au moyen d'un *Vector Network Analyzer* (analyseur de réseau vectoriel).



Fig. 7 : *Setup* de test du relais coaxial *transfer switch*, modèle TN6V24 Ducommun. Le basculement sur la 1^{ère} et 2^{ème} position s'effectue par impulsion au moyen de deux boutons poussoirs distincts. Le contact *Indicator* est raccordé sur deux LEDs distinctes.

Les mesures radiofréquences ont été effectuées sur un *Network Analyzer* Hewlett Packard HP 8753B avec un *S-Parameter Test Set* HP 85047A, un *Calibration Kit* HP 85032B et deux charges étalon HP 909F supplémentaires pour les mesures d'isolation du relais. Calibrage des 12 corrections d'erreur au *Network Analyzer, Full Two Port: Short, Open, Load, Thru (SOLT)* c'est-à-dire réflexion, transmission et isolation.

Les mesures peuvent être observées sur les clichés des figures suivantes où l'étendue de mesure en fréquence va de 300 kHz à 3 GHz. Un marqueur a été placé à la fréquence de 50 MHz.

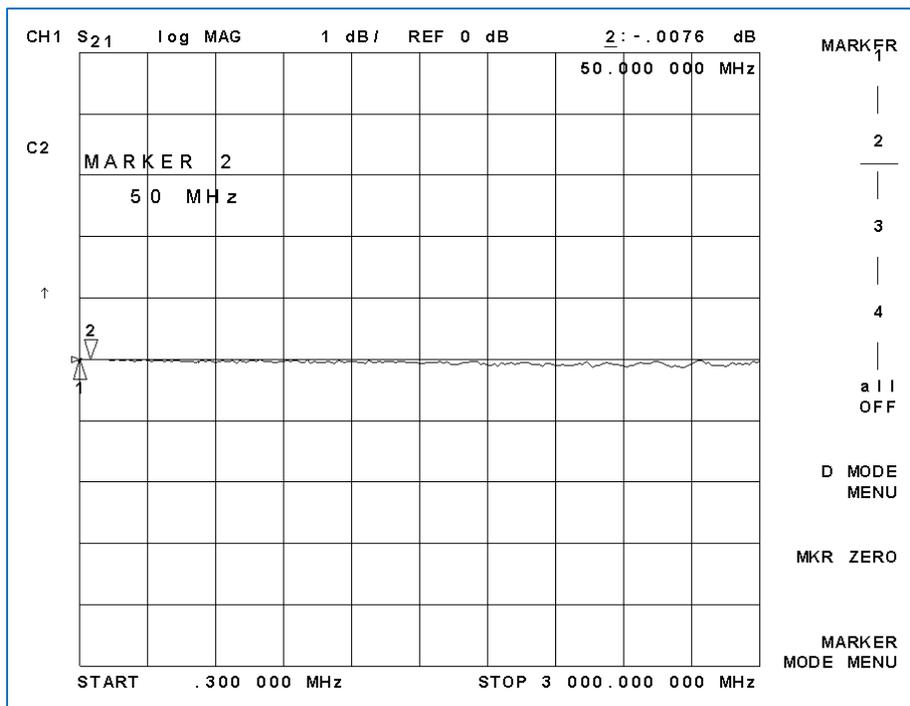


Fig. 8 : Mesure du S_{21} , c'est-à-dire ici la perte d'insertion d'une des voies du relais coaxial *transfer switch*. La référence à 0 dB est à la 5^{ème} division verticale, l'échelle est de 1 dB par division, la perte d'insertion à 50 MHz est de -0,0076 dB.

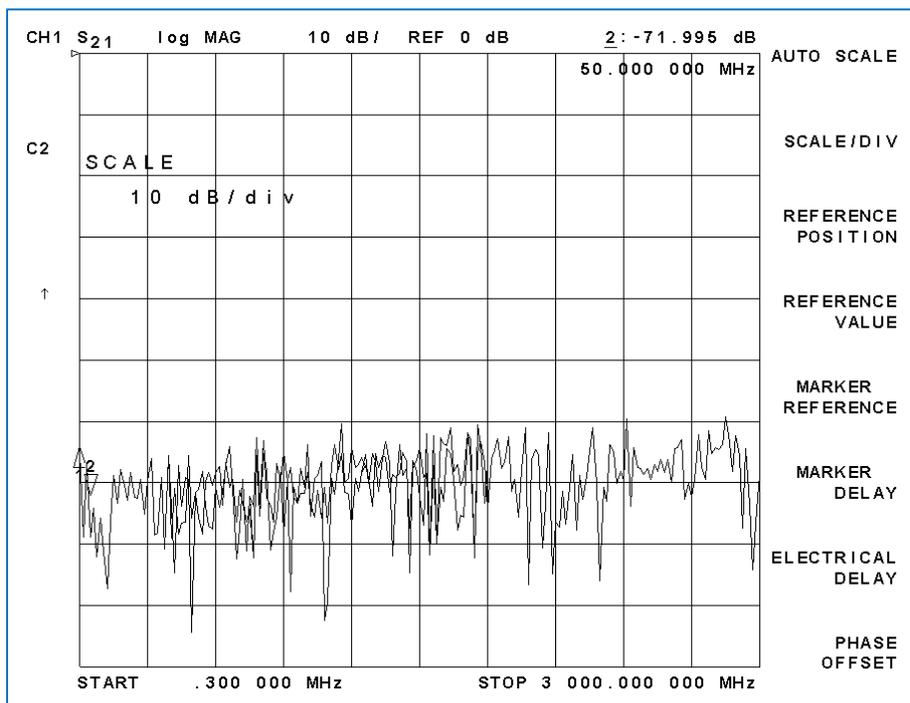


Fig. 9 : Mesure du S_{21} , c'est-à-dire ici l'isolation entre les voies du relais coaxial *transfer switch*. La référence à 0 dB est à la 10^{ème} division verticale, l'échelle est de 10 dB par division, l'isolation à 50 MHz est de -71,995 dB, c'est un peu moins bon que les -80 dB annoncés, mais ce rapport d'isolation reste excellent. Deux charges étalons HP 909F ont été nécessaires pour charger les voies coaxiales du relais.

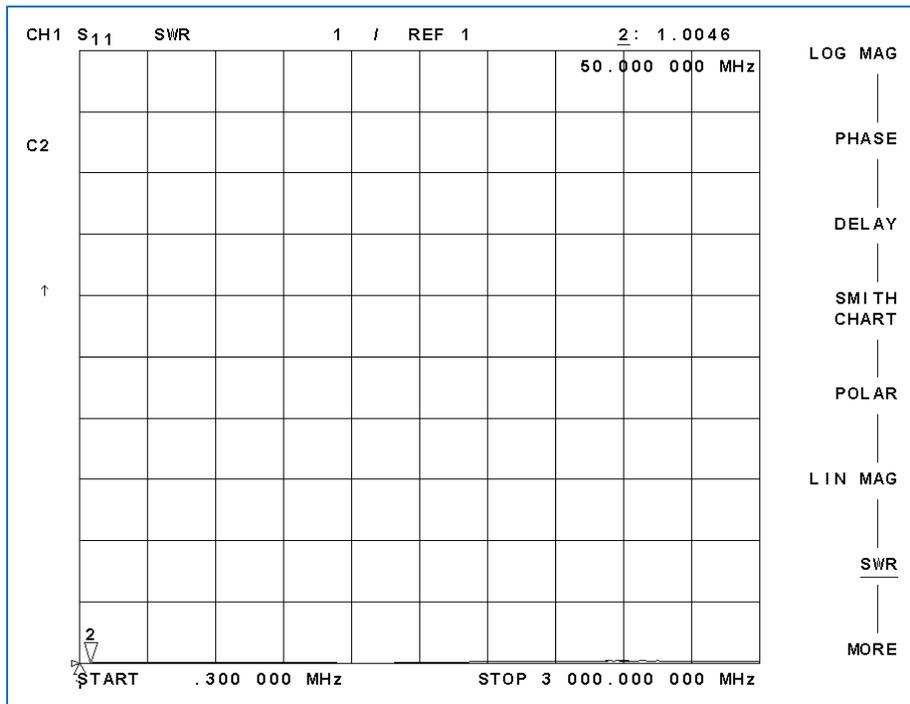


Fig. 10 : Mesure du S_{11} , c'est-à-dire le coefficient de réflexion à l'entrée d'une voie coaxiale du relais. Cette réflexion sera directement exprimée en termes de rapport d'ondes stationnaires (SWR). La référence est à la division 0 verticale, l'échelle est d'une unité SWR sur un par division. La mesure indique un SWR (ROS) de 1,0046:1 à 50 MHz, soit un *Return Loss* (perte de retour) de -52,8 dB.

Les mesures à l'analyseur de réseaux vectoriel nous indiquent qu'il s'agit d'un relais coaxial *transfer switch* en parfait état de fonctionnement et de qualité élevée.

Circuit de commande pour le pilotage du *transfer switch* :

Il y a deux possibilités : soit utiliser deux boutons poussoirs distincts comme sur le *Setup* de test, ou mieux, utiliser un interrupteur inverseur à zéro central et à deux positions de basculement momentané et à rappel au centre, c'est-à-dire un *Toggle Switch* (ON)-OFF-(ON) encore appelé MOM-OFF-MOM.



Fig. 11 : *Toggle Switch* (ON)-OFF-(ON). Source : Apem.

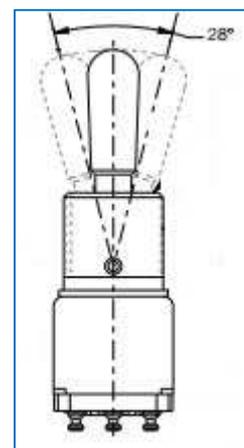


Fig. 12 : *Toggle Switch* (ON)-OFF-(ON). Source Honeywell.

Les bobines du relais coaxial *transfer switch* Ducommun, modèle TN6V24, sont pilotées en 24 Vdc. On prévoira une petite alimentation régulée 24 Vdc externe au boîtier de commande SO2R.

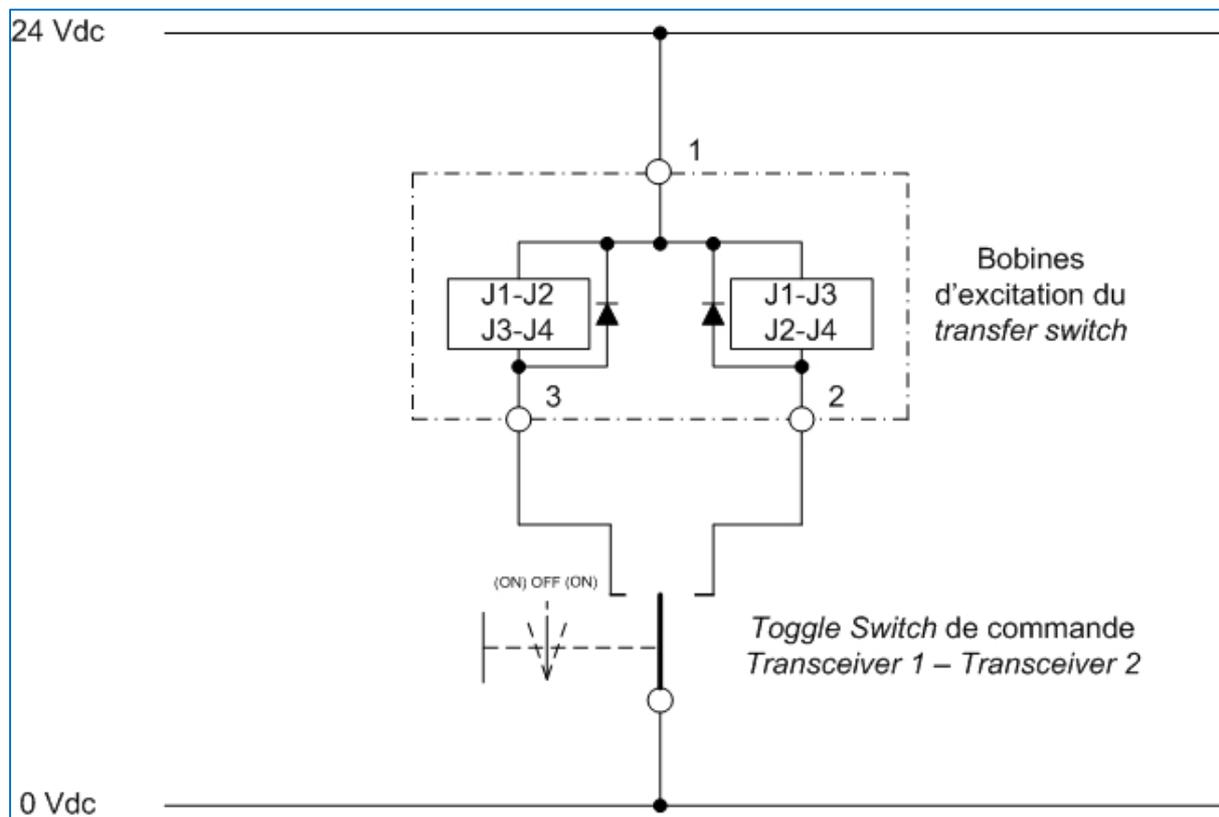


Fig. 13 : Schéma de principe du pilotage des bobines d'excitation du relais coaxial *transfer switch*.

Le contact libre de potentiel « *Indicator* » du *transfer switch* va nous servir pour réaliser trois fonctions par l'intermédiaire de relais conventionnels auxiliaires.

1. Fonction de signalisation par témoins LED indiquant quel *transceiver* est sur l'antenne.
2. Fonction d'inter-verrouillage des contacts PTT des microphones.
3. Fonction d'inter-verrouillage des commandes TX GND pour l'activation d'un linéaire.

Le but des fonctions d'inter-verrouillage est d'éviter tous les conflits de potentiels entre les deux *transceivers* et entre ceux-ci et le linéaire. Cette fonction permet en outre de réaliser un *Interlock*, c'est-à-dire que pendant qu'un *transceiver* est sélectionné sur l'antenne, bien que l'autre *transceiver* soit sur une charge fictive de puissance, nous allons inhiber l'action du contact PTT du microphone du *transceiver* raccordé sur la charge fictive. Il en sera de même en ce qui concerne les commandes TX GND des deux *transceivers* vers l'entrée d'activation du linéaire.

Pour réaliser les fonctions de signalisation et d'*Interlocks*, nous allons utiliser trois paires de relais conventionnels. Chaque fonction utilisera deux contacts n.o et deux contacts n.f. qui seront câblés selon le principe du verrouillage électrique, ce qui revient à réaliser une fonction en logique câblée de « OU exclusif ». En pratique, il est plus facile d'utiliser six relais DPDT (deux circuits, deux positions) car il est plus difficile de s'approvisionner de deux relais à six circuits, deux positions.

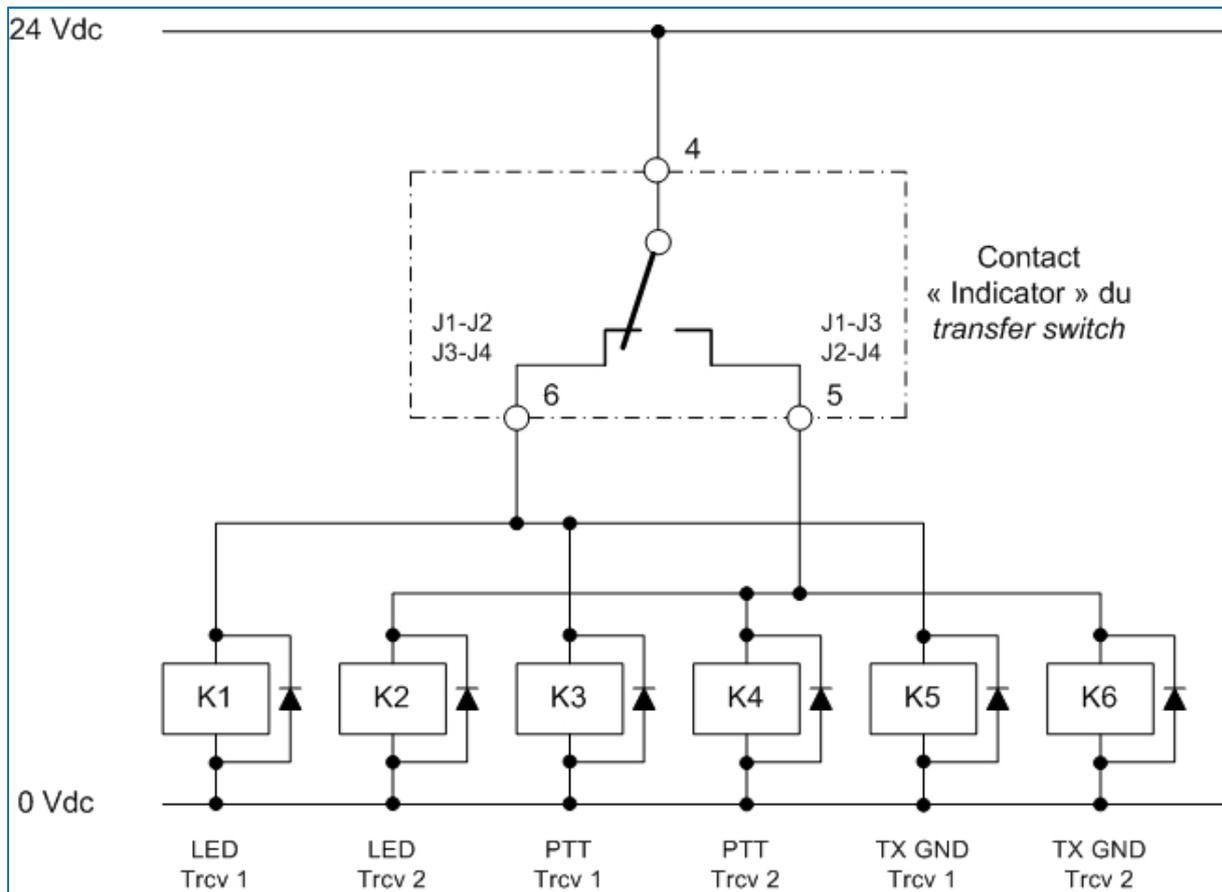


Fig. 14 : Schéma de principe du pilotage des relais auxiliaires par le contact « *Indicator* » du relais coaxial *transfer switch*.



Fig. 15 : Relais auxiliaire Omron G6A-274P-ST-US choisi avec une bobine d'excitation de 24 Vdc.



Fig. 16 : Diodes 1N4148 à placer en antiparallèle sur les bobines d'excitation des relais.

Le schéma ci-dessous illustre la fonction de signalisation. Il est à remarquer qu'il est parfaitement inutile d'utiliser deux relais pour réaliser cette fonction : en effet, on peut câbler les deux LEDs avec leur résistance associée directement en parallèle sur les bobines d'excitation des deux groupes de relais. Toutefois, nous avons conservé cette configuration pour qu'elle soit disponible dans le futur pour une quatrième fonction ultérieure, comme par exemple un inter-verrouillage de séquenceurs d'émission.

Le schéma ci-dessous permet de nous familiariser avec le principe d'un verrouillage électrique entre deux fonctions antagonistes, comme on le ferait pour piloter les deux sens de marche d'un moteur électrique : il s'agit du même principe.

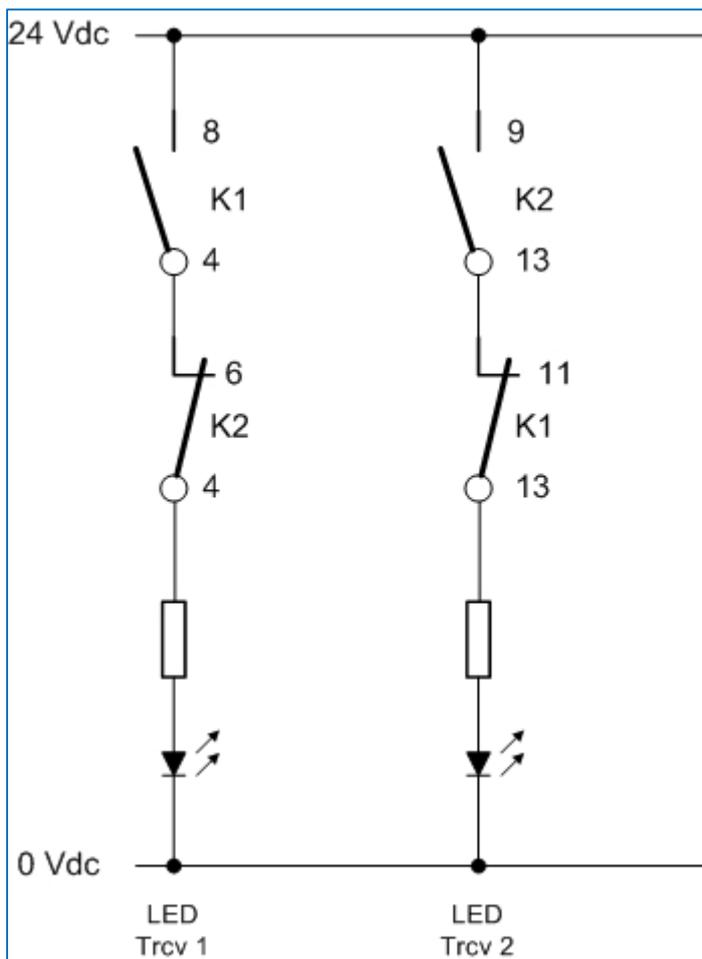


Fig. 17 : Schéma de principe de la fonction de signalisation réalisée comme telle, mais qui peut être substituée dans le futur pour une fonction d'inter-verrouillage de séquenceurs d'émission.

Fig. 18 : Témoin LED à résistance intégrée directement prévu pour être alimenté en 24 Vdc.

Le schéma ci-dessous illustre la fonction d'inter-verrouillage des contacts de commande PTT des microphones. Comme il faut bien trouver une solution pratique pour aller rechercher la ligne de commande PTT entre le microphone et le *transceiver*, le plus simple est de placer sur le boîtier de commande SO2R des connecteurs microphones à montage sur panneaux. Ainsi, les microphones des deux *transceivers* se raccordent directement sur leurs entrées respectives du boîtier de commande SO2R et il suffit de réaliser deux câbles (LiYCY 8 x 0,14) équipés de fiches microphones pour établir les liaisons entre le boîtier de commande SO2R et les entrées microphones des deux *transceivers*.

Toutes les liaisons entre le microphone et le *transceiver* sont conservées afin de pouvoir utiliser toutes les commandes auxiliaires : *Up*, *Down*, *Fast*, etc. Le raccordement de l'élément microphone lui-même est bien entendu conservé en respectant la continuité de la faradisation (blindage) de la ligne coaxiale asymétrique de celui-ci.

Il existe différents standards de connexions des microphones. Nous avons choisi ici le plus complet et le plus courant avec les connecteurs à huit broches utilisés par exemple dans la plupart des *transceivers* du constructeur Yaesu.

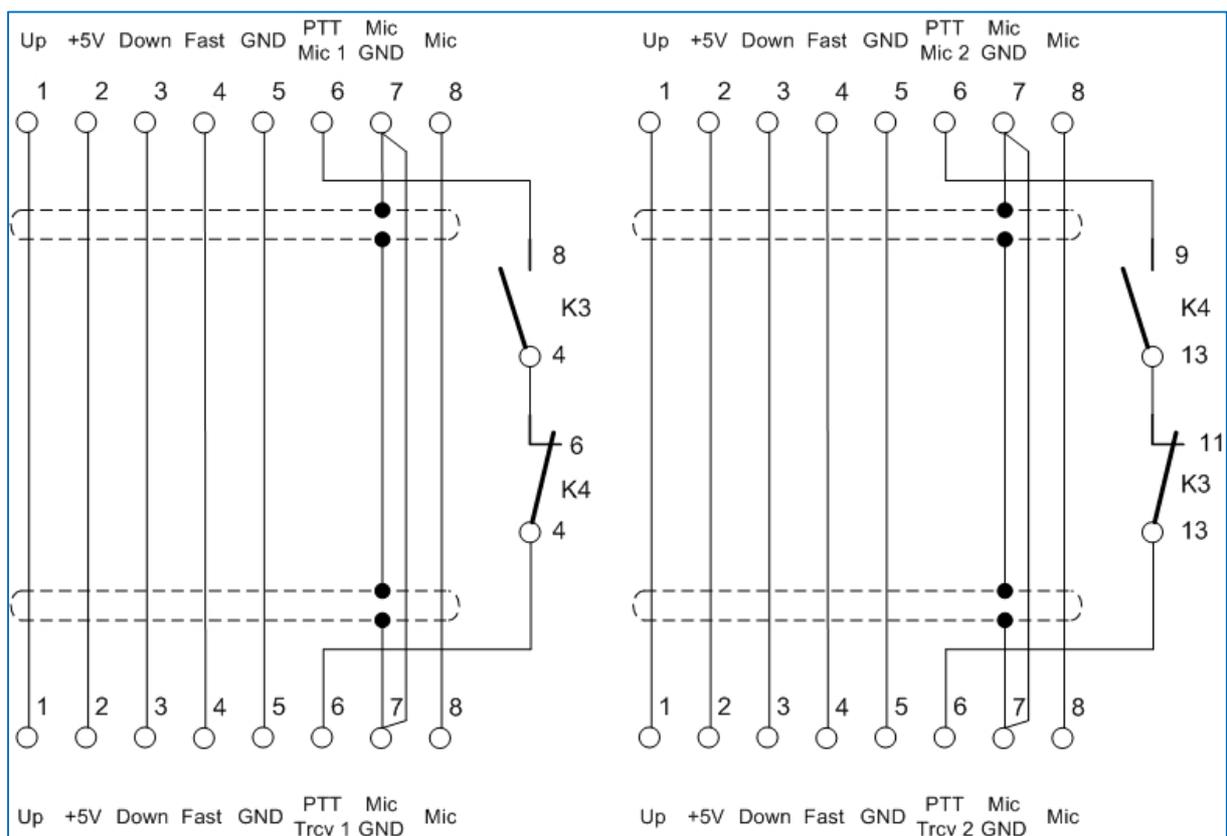


Fig. 19 : Schéma de principe de la fonction d'inter-verrouillage des contacts de commande PTT des microphones.



Fig. 20 : Connecteurs des liaisons microphones pour le boîtier de commande SO2R.

Le schéma ci-dessous illustre la fonction d'inter-verrouillage des contacts de commande TX GND de chaque *transceiver* vers un linéaire commun pour l'activation de celui-ci lorsque le *transceiver* sélectionné passe en émission.

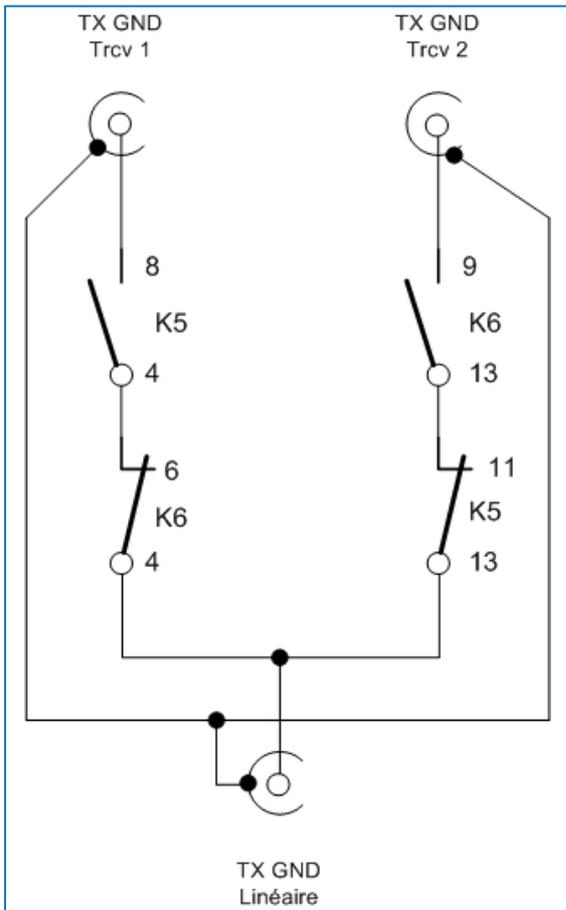


Fig. 21 : Schéma de principe de la fonction d'inter-verrouillage des contacts de commande TX GND des deux *transceivers*.



Fig. 22 et 23 : Connecteurs des liaisons TX GND pour le boîtier de commande SO2R.

Il nous reste à réaliser les connexions de pilotage du relais coaxial *transfer switch* avec des connecteurs DB-9. On pourra utiliser le même câble LiYCY 8 x 0,14 qui nous a déjà servi pour les liaisons des microphones.

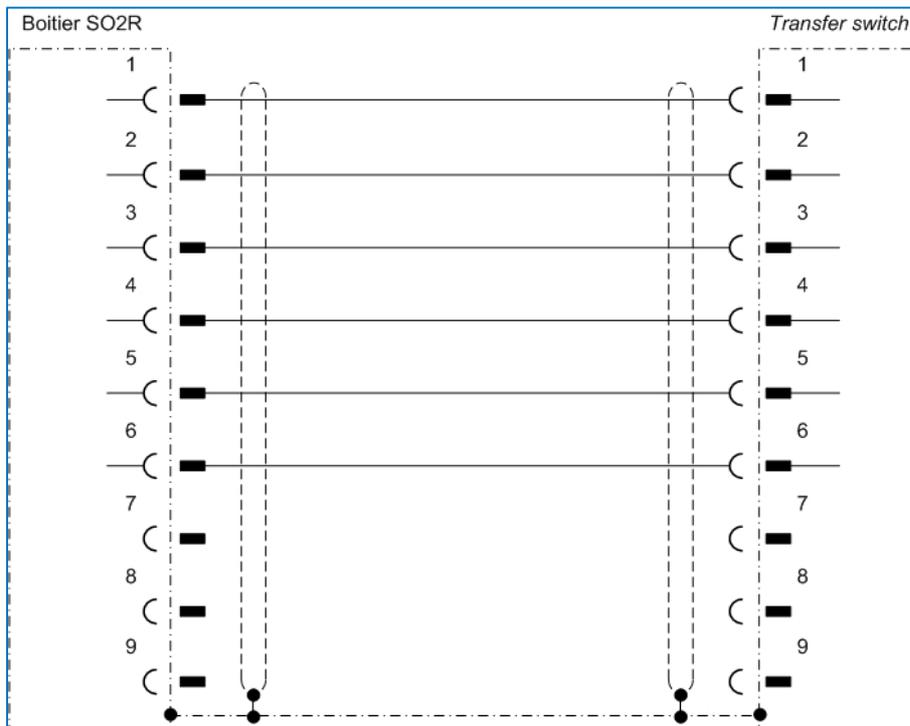


Fig. 24 : Schéma de la liaison entre le boîtier de commande SO2R et le *transfer switch*.



Fig. 25 : Connecteur DB-9

Enfin, il nous reste à prévoir un connecteur pour l'alimentation 24 Vdc. Il vaut mieux prévoir un modèle à détrompeur pour éviter d'inverser les polarités lors du raccordement. Le mieux est de prévoir un connecteur à trois broches pour raccorder l'alimentation par l'intermédiaire d'un câble blindé LiYCY 2 x 0,25. Le blindage sera relié d'un côté à la masse du boîtier de commande SO2R et de l'autre côté à la prise de terre (PE) de l'alimentation. Cette précaution de blindage va directement contribuer à une certaine immunité du système aux ondes radioélectriques présentes dans le *schack*.

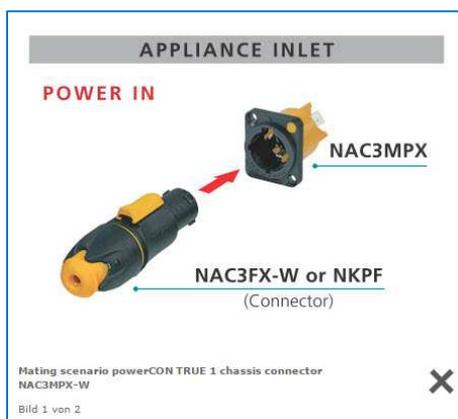


Fig. 26 : Connecteur Neutrik pour le raccordement du 24 Vdc.

Pour la construction pratique, nous allons placer tous les accessoires dans un boîtier en fonte d'aluminium d'une longueur de 200 mm, d'une largeur de 120 mm et d'une hauteur de 60 mm. Ce type de boîtier réalise une bonne continuité de blindage pour tout le système. En outre, il est très facile d'usiner cette matière, en particulier pour réaliser la découpe rectangulaire pour le connecteur DB-9 et les découpes circulaires pour les gros connecteurs (connecteurs microphones, connecteur Neutrik).

Les composants électroniques seront placés sur un circuit imprimé du type « *Vero Board* » et les connexions seront réalisées avec du fil de cuivre étamé de 0,6 mm que l'on peut trouver facilement dans des chutes de câbles téléphoniques.

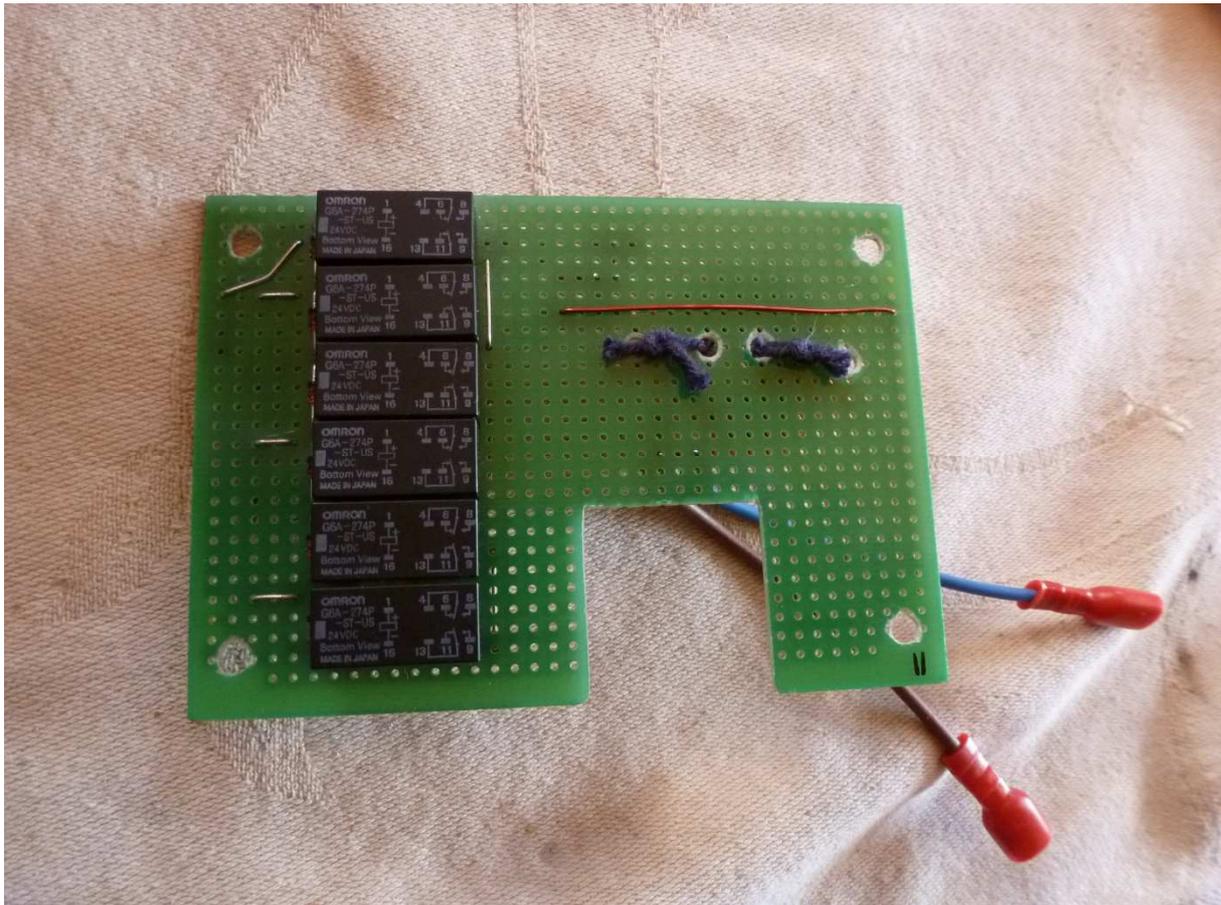


Fig. 27 : Circuit imprimé « *Vero Board* » pour le placement des relais auxiliaires. (Vue côté composants).

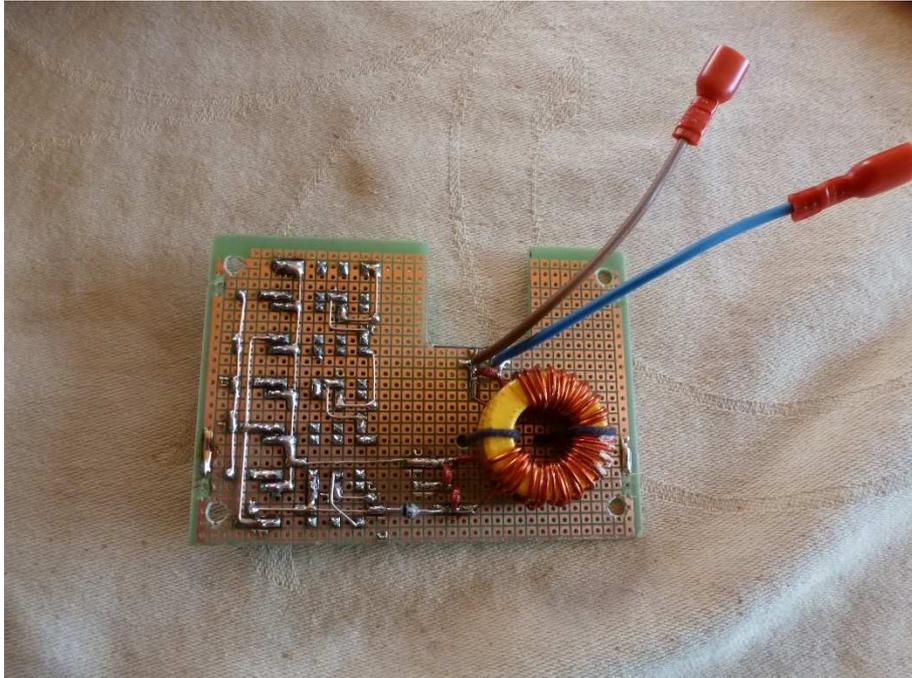


Fig. 28 : Circuit imprimé « Vero Board » du côté cuivre où les interconnexions sont réalisées entre les composants.

Sur l'entrée du circuit d'alimentation 24 Vdc, nous avons placé un tore ferrite avec un double enroulement de fils de cuivres émaillés en provenance d'un rebut d'alimentation d'un vieux PC. Ceci constitue un filtre pour éliminer tous les parasites venant du monde extérieur au boîtier par la liaison de l'alimentation. Trois condensateurs céramiques de 100 nF viennent compléter le filtre en Pi. Une diode 1N5060 a été placée en série comme protection ultime contre les inversions de polarité de l'alimentation 24 Vdc.

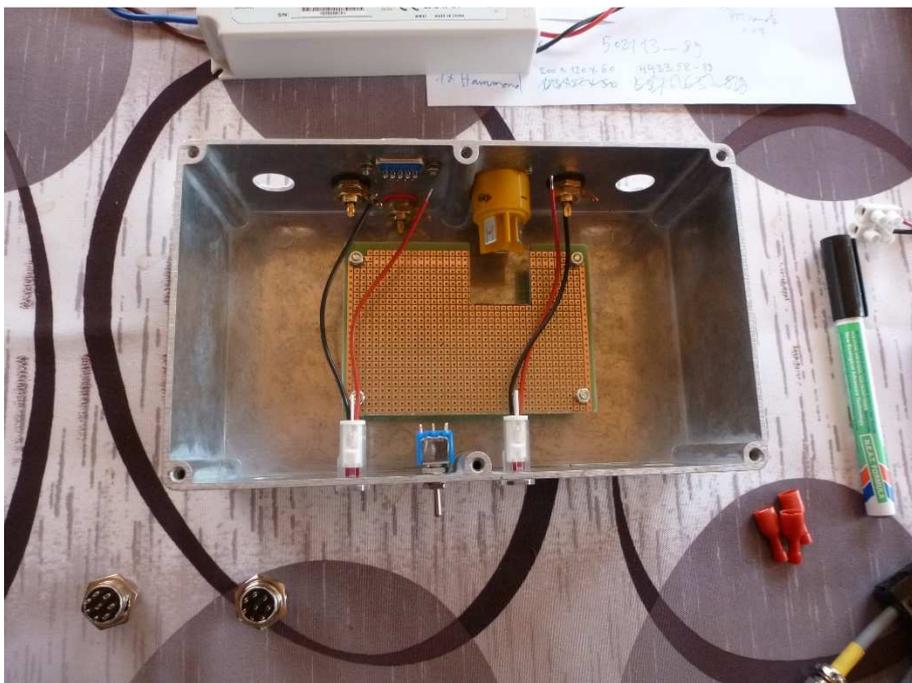


Fig. 29 : Le circuit imprimé est placé dans le boîtier avec le côté cuivre orienté vers le dessus afin de faciliter l'accès aux connexions entre les connecteurs et le circuit imprimé.

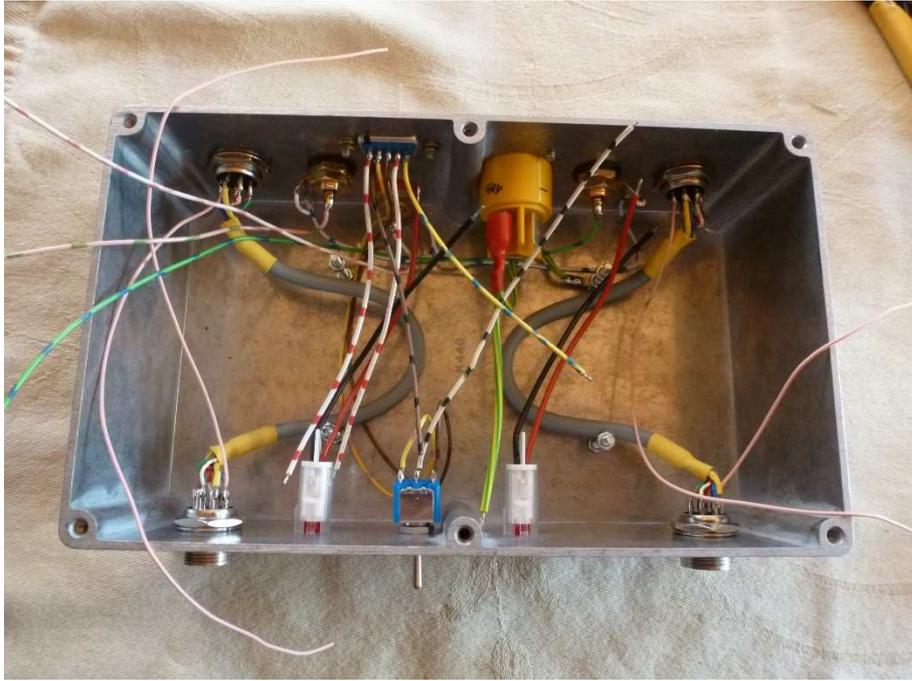


Fig. 30 : Tous les fils de raccordement aux connecteurs sont préparés avant de placer le circuit imprimé.

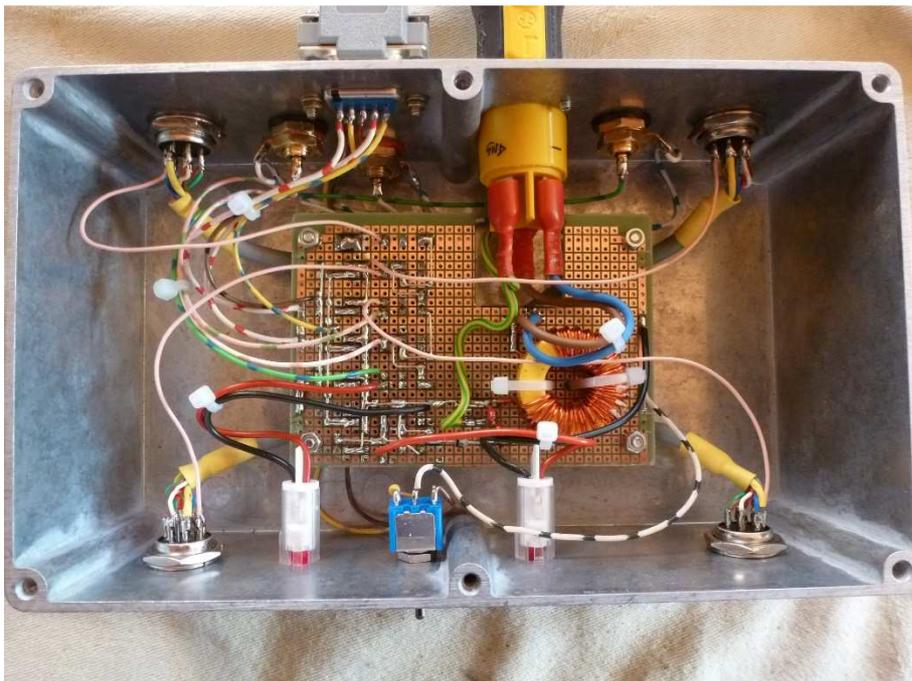


Fig. 31 : Le boîtier de commande S02R complètement câblé.



Fig. 32 : Fabrication des câbles blindés pour les différentes liaisons entre les appareils de l'installation.

Toutes les extrémités des câbles de liaison sont équipées d'un tube en ferrite pour résorber les parasites dus aux rayonnements radioélectriques. Il est facile de trouver des modèles de ferrite à « clipser » sur une extrémité de câble.



Fig. 33 : Ferrite de déparasitage des câbles de liaison.



Fig. 34 : Vue de la face avant du boîtier de commande S02R.



Fig. 35 : Vue de la face arrière du boîtier de commande S02R.

Voici le schéma-bloc de toute l'installation avec les liaisons entre les appareils.

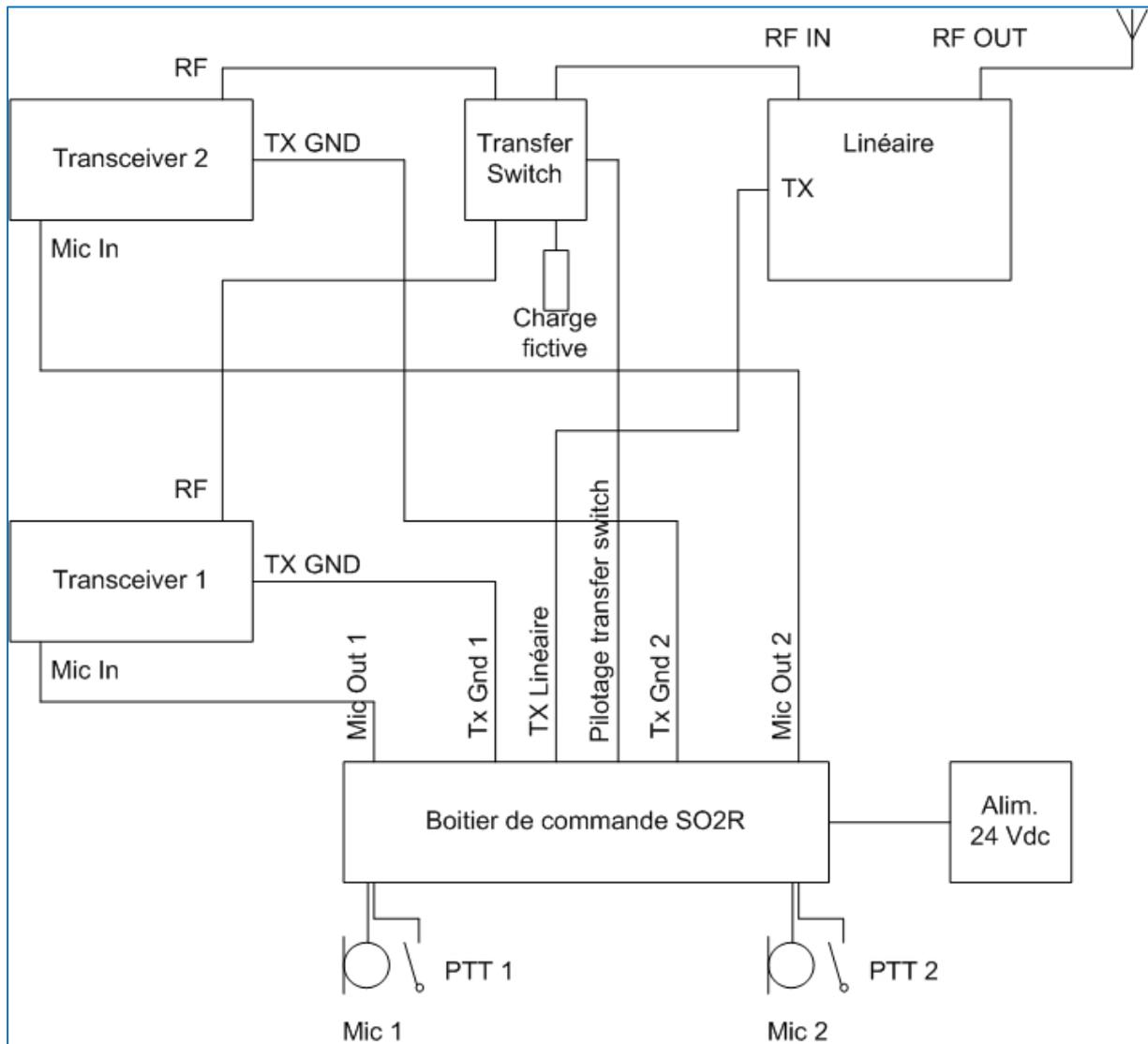


Fig. 36 : Schéma-bloc de l'installation SO2R avec boîtier de commande et relais coaxial *transfer switch*.

Maintenant, c'est à vous de vous inspirer de ce montage pour réaliser votre propre installation personnalisée.