

## Un transverter 6 cm.

Le 6 centimètres est par définition la première bande Hyper fréquence.

Je la pratique pour ma part depuis peu, mais chaque nouvelle sortie me confirme mes premières impressions, ça marche fort et loin !

Sur le plan technique, on est déjà dans les hypers, mais la construction OM ne pose pas de gros problème. Le matériel nécessaire pour la construction et la mise au point de ce convertisseur n'est pas très important. Tout Om ayant un peu de pratique avec son fer à souder doit arriver au bout du projet . La description « pas à pas » pourra sembler lourde aux spécialistes, mais les amis pas trop avertis y trouveront leur compte.

## Description de l'ensemble.

Pour la conception de ce convertisseur, j'ai choisi d'utiliser le minimum de composants exotiques, sans trop de sacrifices sur les caractéristiques de l'ensemble.

La réalisation est modulaire, la mise au point et la maintenance s'en trouvent facilitées. De plus les améliorations à apporter à l'ensemble seront facilitées, un nouveau préamplificateur ou PA trouveront leurs place sans difficultés

La description qui suit concerne les trois premiers modules.

- **Le pilote** : C'est un OCXO de type DF9NL. Fréquence de sortie 117 Mhz, pour un niveau de 0 dbm. Il est monté dans un boîtier schubert de 35 X 35 X 30.
- **L'oscillateur local** : c'est un multiplicateur par 48. Son boîtier fait, 55 X 110 X 30mm. Il est constitué d'un tripleur, suivi de quatre doubleurs. Le dernier étage est un amplificateur sur 5616. Sa puissance de sortie est de 10 milliwatts.
- **Le transverter** : On lui rentre les 10 dbm de l'OL et 2 watts de 144 Mhz. La puissance de sortie en émission est de 10 milliwatts, le gain en réception est de 24 db. Le facteur de bruit est de 1.3db.

Sort également de ce boîtier, du 5 volts réception, du 5 volts émission et du -5volts permanent pour commander préampli, PA, relais etc... Le boîtier schubert mesure 55 X 150 X 30.

La commutation TX/RX est automatique. Elle se fait grâce à la présence d'une tension continue en émission sur le 144 Mhz. Les transistors de Q1 à Q5 gèrent les différentes commutations.

- En émission, le signal atténué ( R7, R8, R9) est injecté dans le mélangeur. C'est un Rate Race qui est attaqué également par les 10 milliwatts de l'oscillateur local. Sa sortie est filtrée par un premier filtre. En sortie de celui-ci, un wilkinson assure la séparation (et l'isolation) entre les voies Emission et réception.

Deux ERA2 séparés par le second filtre assurent le gain nécessaire pour obtenir les 10 milliwatts en sortie.

- En réception, l'amplification est assurée par deux NE325 (NEC) suivi d'un ERA2. Le matchage est entièrement imprimé. Dans le cas où vous souhaitez utiliser un préamplificateur en amont du montage, le gain vous paraîtra un peu trop important, l'ERA2 sera remplacé par un ERA1, si cela n'est pas suffisant, le court-circuit représenté sur le schéma par R31 pourra être remplacé par une résistance dont la valeur sera ajustée en fonction de l'atténuation désirée.

Les bonnes caractéristiques du récepteur et les nombreuses possibilités de récupération pour un PA « recyclé » rendront ce transverter opérationnel rapidement.

Dans un deuxième temps suivra la description des deux derniers modules :

- Un préamplificateur
- Un PA de quelques centaines de milliwatts sera également décrit ultérieurement.



## IL'OCXO.

Il est constitué d'une platine régulation thermique, j'utilise ici la description de I0LVA, et d'une platine oscillateur quartz. Là c'est le désign de DF9NL très légèrement modifié qui a été retenu.

Les quelques aménagements par rapport à la version d'origine sont :

- Disposition mécanique différente, les échanges par convection dans l'enceinte sont limités, les variations de fréquence en fonction de l'assiette du montage ont disparu.
- L'alimentation de la totalité du montage par une tension de 8 volts régulés (le régulateur 8 volts est à l'extérieur du four) et de l'oscillateur par un 5 volts faible bruit faible drop-out, font que la fréquence et

le niveau de sortie sont parfaitement indépendants de la tension d'alimentation.

- Le MAR8 (MSA0885) et son passe-bas en sortie, rendent le signal de sortie un peu plus propre que dans la VO ( -10 db par octave).

La totalité du montage tient dans un boîtier Schubert de 35X35X30mm.

Les deux circuits imprimés sont gravés sur du FR4 de 0.8mm ou mieux 0.4 mm d'épaisseur. Ils prennent en sandwich un bloc d'aluminium de 35X 35mm de 10 mm d'épaisseur. Le CI oscillateur est monté sur le dessus, le régulateur de température est fixé dessous.

## CI régulateur.

L'emplacement du BD242 est découpé dans le print de façon à ce que le boîtier de ce transistor soit vissé directement sur l'aluminium ( monté à la compound). La prise de température par le LM35DZ se fait dans le bloc d'alu au plus près du Quartz. Pour ce faire, avant fixation définitive du print, repérer l'emplacement du LM, puis faire un trou borgne dans la semelle, de 9 mm de profondeur (diamètre 5 mm). Le LM sera enfoncé tout au fond de ce logement, remplir l'espace restant avec la compound.

Toutes les résistances sont des CMS 0805. Les capas C2 et C4 sont des tantales à faibles ESR.

Une fois le print câblé, le mettre en place, souder les 3 pattes du LM35DZ.

Le seul réglage consiste à s'assurer que la température de régulation soit conforme à votre objectif (fonction du Quartz). Je la règle entre 55 et 60°C.

Le contrôle de température est très simple avec le LM35, sa tension de sortie varie linéairement de 10 millivolts par degré centigrade, donc  $60^{\circ} = 600 \text{ mV}$  !

Pour modifier cette température, il suffit de modifier les valeurs du pont diviseur R21 R22/R23 R24.

La résistance bobinée 26 limite le courant maximum à la mise en route. La valeur de R25 devra être ajustée si T1 différent de BD242A. Il faudra prévoir dans le bloc d'alu un (ou deux) petit trou pour faire traverser les alimentations 5V et 8V vers l'oscillateur.

Pour le réglage de température, penser à enfermer le montage dans une petite enceinte isolante.



## L'oscillateur.

Ce circuit imprimé est collé sur la semelle en alu. Le quartz 117 Mhz est monté à plat et soudé sur le CI. La température de fonctionnement du quartz (60°C) doit être spécifiée à la commande.

Une fois que l'oscillateur fonctionne aux alentours de la fréquence définitive, s'assurer que le niveau de sortie soit bien de 0 Dbm. Si ce n'est pas le cas, modifier les valeurs de l'atténuateur (R9, 10, 11). Ces réglages effectués, fermer les couvercles, enfermer le tout dans son enveloppe isolante, mettre sous tension et laisser vieillir le tout quelques jours (ou mieux, quelques semaines !) Ce délai passé, reprendre le réglage de fréquence.

Comme dit précédemment, l'isolation thermique est extérieure au boîtier schubert.

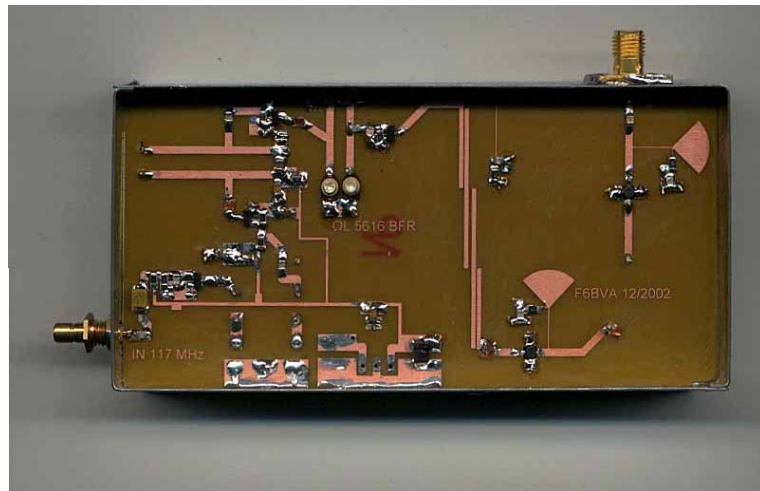
Les performances de cette isolation devront être choisies en fonction des conditions d'utilisation de l'OCXO. En effet le fait de n'avoir qu'une seule enceinte thermostatée nous limite un peu dans la plage de température d'utilisation. Pour une utilisation dans la station, quelques millimètres (d'épaisseur) de Polystyrène seront suffisants. Pour une utilisation portable hyper (avec des sorties fréquentes par moins de zéro degré !) deux bons centimètres seront plus adaptés, mais attention, en été, par 40°C cette isolation risque d'être trop importante.

Pour vérifier celle-ci, contrôler la consommation de la platine régulation. Une fois le point de régulation atteint et stabilisé (patienter une bonne demi-heure) la consommation, à 20°C, se situe autour de 120 ma. Tester l'ensemble à la température qui convient (à l'aide du réfrigérateur et du four de votre YL !) . Modifier éventuellement votre isolation.

La consommation ne doit pas descendre en dessous de quelques dizaines de ma (à la température maximum d'utilisation), ni dépasser les 500 ma à la température la plus basse.

## II le Multiplicateur 48X

Il est constitué d'un tripleur, suivi de quatre doubleurs et d'un amplificateur final. L'entrée 117 Mhz issue de l'OCXO est à 0 dbm . Le 5716 Mhz en sortie est à + 10 dbm.



### Montage :

Le circuit imprimé est gravé sur du verre époxy double face de 0,8mm d'épaisseur.

La première opération consiste à découper le CI aux dimensions de la boîte, puis à le préparer avant montage.

- A l'aide d'une pointe à tracer, marquer l'intérieur des deux côtés du schubert à 8mm au dessus du fond.

Cela vous servira de repère.

Au niveau de l'entrée et de la sortie HF, tracer à 0.5mm plus bas

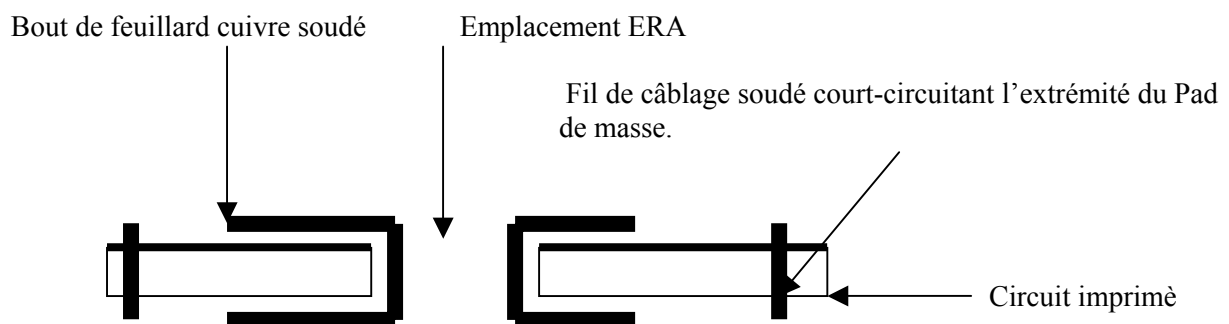
l'emplacement des prises. Percer, sans oublier un trou pour la pose du by-pass d'alimentation.

- Assembler la Boîte, monter les prises d'entrée et de sortie HF(raccourcir les pinoches des prises au minimum nécessaire), ne pas monter le by pass d'alim pour l'instant.
- A l'aide d'un forêt de 0.7mm percer le ci, ne pas oublier l'emplacement des deux mmic finaux. Agrandir à 1mm pour : les probes dans le résonateur, le régulateur d'alimentation, les deux ajustables du filtre 350 Mhz(sauf si vous montez ces ajustables coté cuivre). A l'aide d'un foret de 3 ou 4 mm, côté masse, chanfreiner tous les trous qui ne sont pas des traversées de masse : ajustables, selfs, régulateur, traversée d'alimentation. Agrandir à 2.3mm l'emplacement des mmic. A l'aide d'une petite lime, transformer ces deux derniers en carré. Limer au ras des lignes. Côté masse du ci, déterminer le centre du résonateur. De ce point, à

l'aide d'un compas pointe sèche, tracer un cercle de 23 mm. ( Ce cercle servira de repère pendant la soudure de la cloche). Souder à leur place les probes (fil argenté de 1mm de diamètre). Les couper à leur longueur définitive : 3 mm.

- Le résonateur 5.6 Ghz est constitué d'un bouchon de plomberie en laiton. Le couper à la bonne hauteur (...mm) percer un trou de 3.2mm en son centre, tarauder à 4mm. Ebavurer à l'aide d'une lime fine dessus et dessous avant montage. Le préchauffer avant soudure à son emplacement. (un décapeur thermique ou un sèche cheveux seront ici utiles).
- Ainsi préparé, le circuit imprimé peut être souder dans sa boîte. Le poser sur les pinoches des prises. Se servir du traçage fait à l'intérieur du boîtier pour positionner le ci parallèlement au fond. Souder le pcb.
- Commencer par mettre en place toutes les traversées de masse. Elle seront faites avec des bouts de fil de câblage pliés en L. La partie courte du L fait 4 à 5mm. La partie longue un peu moins d'un centimètre. Mettre en place les « L ». Souder le petit côté sur le plan de masse. Une fois toutes les traversées mises en places, nettoyer au diluant la totalité du montage. Les traversées de masse seront coupées, pliées et soudées côté lignes au moment du montage des composants associés.
- Mettre en place le by pas d'alim. Souder le 7808 et ces condos de découplage. Alimenter, vérifier la présence du 8 volts.
- Débrancher l'alim et reprendre le câblage. Je vous propose de monter et régler étage par étage. Pour ce faire, souder tous les composants passifs, à l'exception de R6. Monter T1, souder un petit coaxial (3mm de diamètre et quelques centimètres de long, muni d'une sma à son extrémité), entre l'emplacement de base et émetteur de T2. Raccorder ce coaxial à un détecteur ou à un analyseur. Mettre les ajustables à capacité minimum. Raccorder la sortie de l'OCXO, appliquer l'alimentation. Régler le premier filtre (351 Mhz) le premier maxi trouvé en fermant les ajustables est le bon. Couper l'alim, dessouder le coax, monter T2, R6, régler le point B etc.... Les niveaux trouvés aux différents points intermédiaires sont donnés avec le schéma.

## Montage des ERA.

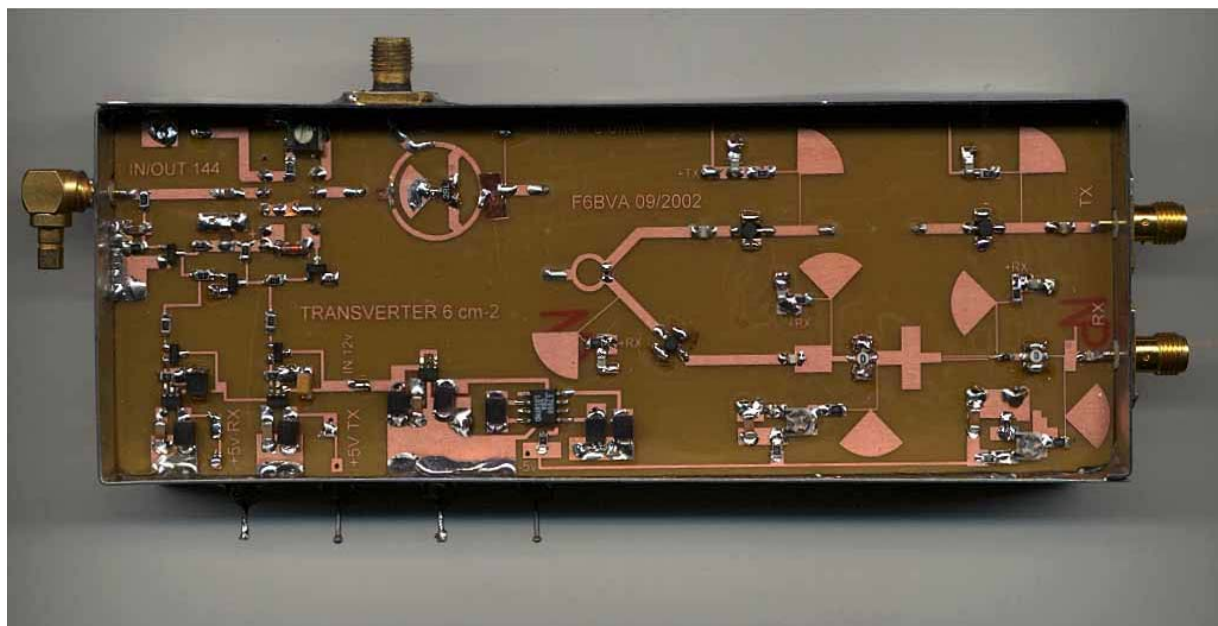


### III. Le Transverter

Le circuit imprimé est ici aussi gravé sur de l'époxy double face de 0.8mm d'épaisseur. Le boîtier Schubert fait 148 X 48 X 30mm. Pour la préparation et le montage suivre la procédure proposée pour l'OL.

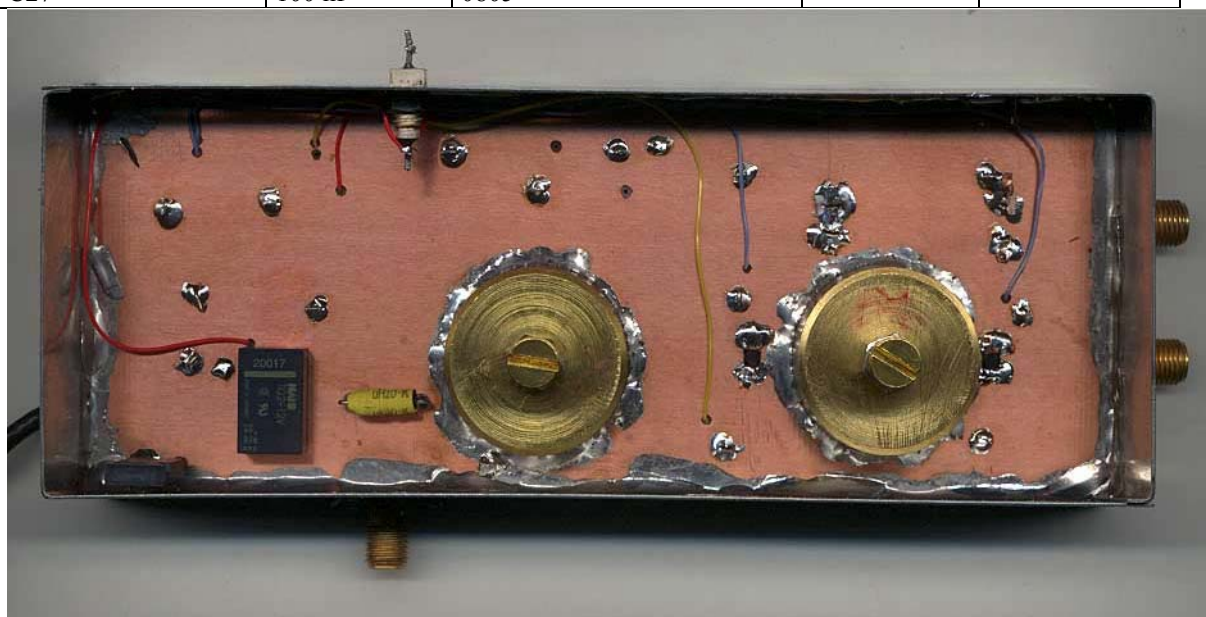
**Cablage.**

- Commencer par câbler entièrement le circuit de commutation, relais, régulateurs, l'ICL7660.
- Mettre sous tension, vérifier la présence du 5 Volts permanent, du -5 en sortie de l'ICL7660 et du 5 Volts réception.
- Si tout est correct, passer en émission. Vérifier la présence du +5V TX, régler la puissance d'injection 144 sur le point d'attaque du mélangeur à 5 milliwatts à l'aide de la résistance ajustable R9. Ce réglage sera repris plus tard.
- Couper l'alimentation, câbler le mélangeur. A la vue des mauvais résultats obtenus ici dans mes simulations d'adaptation en mode non linéaire, le matchage de ce mélangeur n'est pas imprimé. Vous devrez en conséquence le faire à l'aide de deux stubs (Voir photo). Ce réglage sera fait en émission sous contrôle d'un analyseur de spectre de façon à optimiser le maxi de sortie pour la meilleure réjection de l'OL.
- Câbler le reste du transverter. En réception, régler les résistances ajustables pour une chute de tension de 2volts7 sur R14, R15.
- En émission régler les deux cloches au maximum de puissance de sortie ur 5.7 Ghz. Reprendre le niveau d'injection du 144 pour ne pas saturer. C'est tout !



## Nomenclature composants Transverter.

Composants	Valeur	Commentaires	Vendeur	Référence
T1, T2	NE32584C			
D1	HSMS8202	2 diodes boîtier unique SMD	R.F	2RL
D2	1N4148	smd		
Q1, Q2, Q3, Q4, Q5	BC848			
IC1, IC2, IC3	LP 2985-5		Radio Spares	349-5710
IC4	ICL7660		Radio S.	834-049
MMIC	ERA2, 3		R.F	
R1	3K3	0805		
R2	100k	0805		
R3, R5, R17, R19, R20 R22, R23, R25, R26	1K	0805		
R4, R6, R18, R21	10K	0805		
R7	50 ohms	Q watts non inductive MP915	Radio Spares	320-4788
R8	680 ohms	0805		
R9	Ajustable 100	Smd	Radio Spares	100-0477
R10	100 ohms	0603 voir 0402		
R12, R13	39 ohms	0805		
R14, R15	270 ohms	0805		
R11, R16, R28	68 ohms	0805		
R27	CC ou 10 ohms			
R30	12 ohms	0603		
R31	De 0 à xxx	A ajuster pour tomber gain RX		
C1,	1 nf	0805		
C2	4,7 nf	0805		
C3, C6, C29	4.7 pf HQ	OU MIEUX ATC100a	Radio Spares	
C4, C5, C7, C8, C28	100 pf	0805		
C9	6.8 pf	ATC100a	Radio Spares	
C14, C17, C20	10 nf	0805		
C12, C13, C15, C16 C18, C19, C21, C22 C23	4.7 µf	Faible ESR	Radio Spares	405-9933
C27	100 nf	0805		



## Nomenclature composants.multiplicateur.

Composants	Valeur	Commentaires	Vendeur	Référence
T1,T2, T3	BFR92a	Smd		
Mmic1&2	ERA3			
T4	BFR540	SMD	R.F Elettronica	
Print	Fr4 de 0.8mm	Er 4.7	Radio Spare	
L1	100nh	Smd	Radio Spare	190-9756
Résonateur	Bouchon plomberie	Dim.int.22X7mm	Probe = 3mm	
C1,13,14, 17, 20	100 pf	0805		
C2	22 pf	0805		
C4, 7, 16	2.2 nf	0805		
C3, 5, 8, 10,	3.9 pf	0805		
C6, 9	1 nf			
C11	1.3 pf	ATC100		
CV1,2	10 pf	Pas critique	R.F. Elettronica	VC16ou VC35
CV3 à 6	5 pf Smd	Johanson miniature	R.F. Elettronica	VC24
R1, 5, 8, 12	2.7 k	0805		
R2, 6	27 k	0805		
R3, 14	10 ohms	0603 ou 0805		
R4,7,	100 ohms	0805		
R11, 13, 15, 16	68 ohms	0805		

## Nomenclature composants pilote.

Composants	Valeur	Commentaires	Vendeur	Référence
Q1,Q2	BFR92a	Smd		
T21	BD242a	BD202 etc...		
MMIC	MSA 0885			
IC1	LP2985-5		R.S	349 5710
IC2	LM35DZ		Radio Spares	317 954
IC3	TLC271		Radio Spares	858 017
L1	68nh	Smd	Radio Spares	190 9778
L2	220nh	Smd	R.S.	191 0201
L3	100nh	Smd	R.S	190 9756
Quartz	117 Mhz	60°C		
R1, 3, 4	1 k	0805		
R2	1k5	0805		
R5,6	680 ohms	0805		
R7	22 ohms	0805		
R8,25	330 ohms	0805		
R9	470 ohms	0805		
R10, 11	56 ohms	0805		
R12	47 ohms	0805		
R21	330 k	0805 temp		
R23	68k	0805 temp		
R24	100k	0805 temp		
R26	3.9 ohms	Bobiné 5 watts		
C1, 4, 5, 10, 11, 26	1nf	0805		
C2, 7	27pf	0805		
C3		En fonction du quartz		
C6	22pf	0805		
C8, 11	100pf	0805		
C9	10pf	0805		
C12, 22	1µf	Tentale smd		
C21, 23,25	10nf	0805		
C24	2.2µf	Tentale smd faible ESR	R.S	372 7758

