

## Transceiver portable SSB PLL QRP à transistors Bande 80 mètres

Werner Tobler (HB9AKN), Chemin de Palud 4, 1800 Vevey

### 8. Mesures et mise en fonctionnement

#### Avant propos

Nous faisons l'hypothèse que l'amateur maîtrise au moins partiellement l'utilisation de l'oscilloscope. Il devra au moins pouvoir effectuer une mesure de tension. C'est tout ce qui lui sera nécessaire de connaître pour mener à bien sa réalisation. Chaque module a été réglé séparément, et il convient, maintenant, de les mettre en place, et de les interconnecter. Nous l'avons dit au chapitre 1 paragraphe 3, l'importante question des terres et retours de masse va prendre ici toute sa signification.

Pour les boucles de terre, référez vous au schéma de branchement (figure 16) sur lequel on voit que toutes les prises BNC sont montées isolées des chassis. On voit que seul l'étage linéaire de puissance a son chassis relié à la terre de la station. Les deux autres chassis sont eux aussi connectés à cette même terre par l'intermédiaire des gaines des câbles coaxiaux. Les bornes de terre que j'avais aménagé sur le boîtier émetteur ne sont

pas utilisées chez moi. Le fonctionnement est absolument stable. Chaque cas étant un peu différent, il se peut que l'amateur doive utiliser l'une ou l'autre de ces bornes.

En mobile, il faudra aménager une prise de terre à l'aide d'un piquet de terre que l'on peut acheter pour 2 francs aux surplus militaires.

Les retours de masses sont eux aussi très importants, puisqu'ils peuvent également occasionner des accrochages (revoir old man 7/8 /1981). Sur la figure 17, nous indiquons de quelle façon nous avons branchés les différents retours du 0 volts d'alimentation. Ce schéma évitera à l'amateur de devoir retrouver la façon optimale d'effectuer ces connexions. Nous avons procédé de même avec cette fois le +12 volts de l'alimentation. On peut, en effet avoir les mêmes ennuis de retours communs sur le +12 volts, que sur le 0 volts.

La mise au point, dans un premier temps, se fera sans l'étage linéaire final de puissance. Il est en effet important de vérifier premièrement que tout fonctionne normalement jusqu'à la

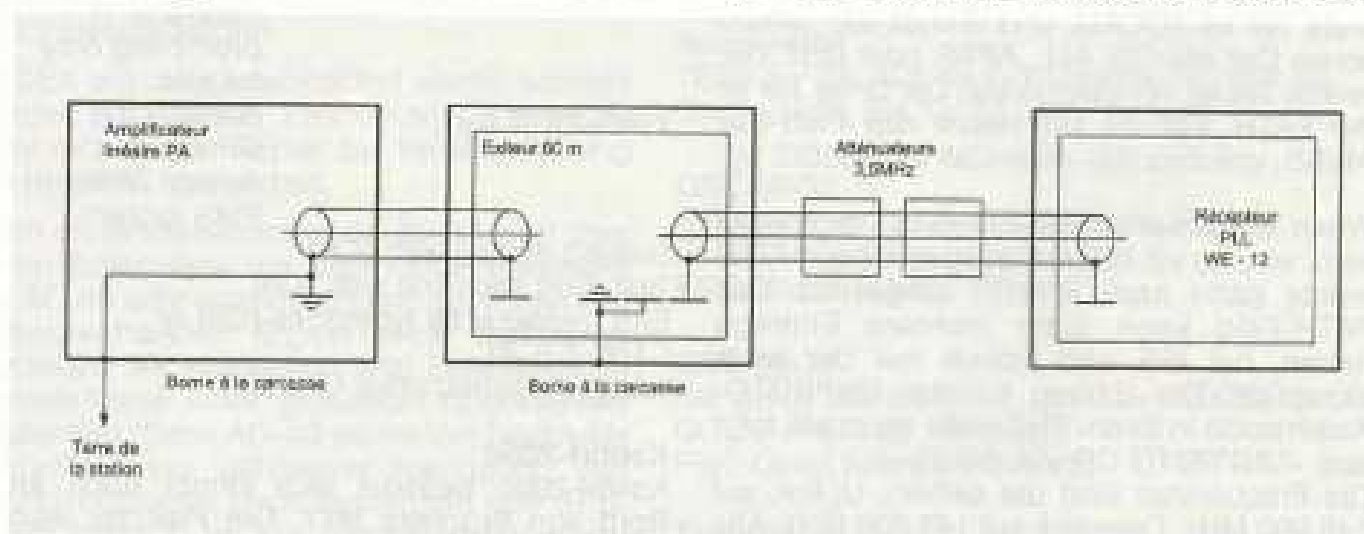


Figure 16. Branchement définitif des terres de l'émetteur PLL 80 mètre  
Remarque: Toutes les prises BNC sont isolées de la masse  
L'exécutif a une liaison galvanique entre ses deux bornes

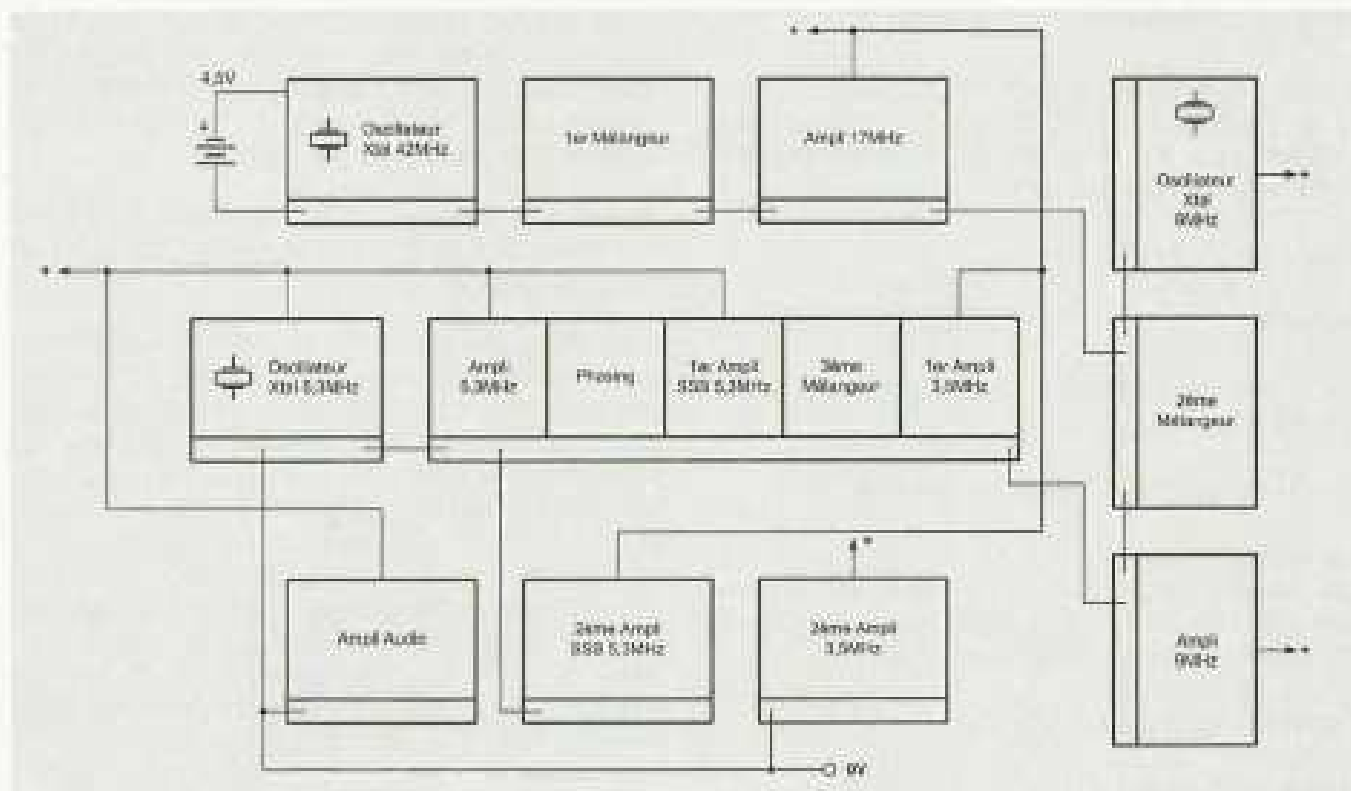


Figure 17: Câblage des retours de masse et des + alimentations

sortie du boîtier émetteur ou exciteur. Branchez provisoirement une résistance de 47 Ohms à la sortie BNC de l'exciteur.

Les différents points de mesure se trouveront facilement sur le schéma synoptique (figure 2) et les valeurs de mesures se trouvent sur le tableau 1.

## 8.1 Vérification des porteurs HF (voir les lettres du schéma synoptique)

### But à atteindre:

Il faut que le niveau du porteur au point W du schéma synoptique ne soit pas supérieur à 500 mV p-p. Au delà de cette valeur, la distorsion de la modulation apparaît. Nous avons sur notre prototype une valeur de 300mV p-p à cet endroit.

### Point X: 900 mV p-p

Nous l'avons mesuré à l'aide d'un oscilloscope Tektronix 432. Nous le savons, tout le monde n'a pas cette possibilité. Alors, si le courant d'alimentation de l'oscillateur est normal, on peut en déduire que le niveau est bon.

### Point S: 300 mV p-p

Notre oscilloscope 432 est juste à la limite de fréquence. On peut néanmoins «trigger» nor-

malement. Merci Tektronix!! Là aussi, l'amateur peu outillé passera outre. Il verra plus loin si il a des problèmes à ce niveau.

### Point U: 400 mV p-p

Ici, nous arrivons dans la zone d'utilisation de l'oscilloscope jugé indispensable au début de cet article.

### Point Y: 800 mV p-p

### Point W: 300 mV p-p

Le contrôle des porteurs HF est terminé.

## 8.2 Vérification du Phasing

### Remarque:

Le système Phasing peut se trouver électriquement dans trois états bien distincts:

- Au repos, c'est à dire sans aucun signal appliqué à son entrée microphonique ou audio.
- Complètement excité, c'est à dire avec un signal 2 tons composite (800 Hz et 2000 Hz) appliqué à son entrée microphonique audio, ou alors avec un simple signal 2000 Hz sinusoïdal appliqué à son entrée microphonique.
- Normalement excité, c'est à dire dans les conditions normales d'utilisation avec un microphone branché ou une autre source de signal audio.

## Mesures correspondant à l'état A

Au repos, seul le porteur HF 5,3 MHz alimente le Phasing, la partie audio du Phasing n'apportant que son bruit de fond. Nous devons avoir les niveaux suivants:

**Point H:** 2000 mV p-p

**Point N:** 40 mV p-p (fermé sur 47 Ohms)

Ce niveau est celui de la porteuse résiduelle 5,3 MHz.

## Mesures correspondant à l'état B

L'amateur n'étant pas censé posséder un générateur deux tons, il utilisera un générateur BF simple réglé à 2000 Hz. L'amplitude de celui-ci sera réglé à 80 mV p-p.

**Points C et D:** 2000 mV p-p

**Point Q:** 400 mV p-p

**Point N:** 1000 mV p-p (sur 47 Ohms)

Si toutes ces mesures correspondent environ aux valeurs indiquées, l'amateur sera quasiment au bout de ses peines. En effet, il ne lui reste plus qu'à brancher son étage linéaire mosfet en lieu et place de la charge de 47 Ohms. Il branchera cette fois une antenne fictive à la sortie du linéaire de puissance, par exemple l'excellente charge Autophon KA93 50 Ohms, ou KA96 70 Ohms. La valeur de la charge n'est pas très importante.

On doit maintenant obtenir 3 Watts sur l'antenne fictive.

*Remarque:* La valeur de puissance indiquée par le galvanomètre aura une valeur différente selon la forme du signal audio appliqué à l'entrée. En particulier, on n'aura pas la même valeur avec un signal sinusoïdal simple ou avec un signal composite 2 tons. De même lors d'un coup de sifflet, la valeur de pointe indiquée ne sera pas correspondante à celle vue sur l'oscilloscope, à cause de l'inertie de l'aiguille.

Il reste maintenant à pouvoir juger localement de la qualité de la modulation. Pour cela, mettons nous à l'état C et remplaçons le générateur BF audio par un signal électrique audio provenant de la sortie casque d'un récepteur courant, branché sur France Info. Pourquoi France Info? Parce que c'est la station qui

parle le plus. De plus la qualité des tessitures des voix, ainsi que les bonnes élocutions nous placent dans les meilleures conditions. L'oscilloscope sera branché sur l'entrée du linéaire, dans un premier temps.

Réglons l'entrée audio en moyenne à 100 mV p-p avec des pointes tolérées à 300 mV p-p (lors d'éclats de voix).

L'amateur pourra ainsi juger de lui même, auditivement de la qualité de ses émissions, par exemple sur 3,7 MHz à l'aide d'un récepteur de contrôle. Si ce deuxième récepteur est également numérique, l'amateur pourra vérifier s'il existe une différence de fréquence affichée entre l'indication du récepteur pilote, et l'indication du récepteur de contrôle. D'autre part, si l'émission obtenue est en USB, il suffit simplement d'inverser les deux arrivées BF sur les résistances de 1 kW du Phasing pour obtenir une émission en LSB, comme cela doit être le cas sur 80 m.

Je n'ai pas prévu de pouvoir facilement passer de LSB en USB ou l'inverse, j'avais déjà suffisamment de problèmes, mais la chose est tout à fait possible. Il faut naturellement veiller à obtenir des fils très courts.

Sur l'oscilloscope, l'amateur pourra observer l'écrêtage produit lorsque le signal audio a un niveau trop élevé, et mesurer avec le plus de précision possible la valeur de ce niveau de façon à ne jamais le dépasser, mais à être légèrement en dessous. L'amateur pourra aussi juger de la pureté de la porteuse résiduelle. Chez nous, une légère modulation d'amplitude parasite subsiste mais n'est pas gênante. Les distorsions de modulation proprement dites ne seront pas visibles directement à l'oscilloscope. Pour les rendre visibles, il faut obligatoirement alimenter l'entrée audio à l'aide d'un générateur deux tons.

La description d'une réalisation très simple de générateur deux tons est donnée dans les livres cités dans la bibliographie. Il nous reste à dire quelques mots de l'adaptation à l'antenne. Pour nos essais, nous avons utilisé une antenne Levy aussi appelée ligne ouverte ou center fed ou encore doppelzeppelin de 2 x 40 mètres. C'est évidemment une excellente antenne, et, pour l'adapter à notre sortie asymétrique, nous avons utilisé un coupleur fabriqué maison F3LG branché en couplage parallèle.

Nous sommes certain qu'au sommet d'une montagne, avec une antenne magnétique,

cela fonctionnera à merveille, même avec 3 Watts. Dans ce cas, le coupleur mentionné devient inutile, puisque la sortie de notre linéaire est elle aussi asymétrique. Il faudra néanmoins que les impédances soient parfaitement adaptées.

## 9. L'antenne magnétique

Nous avons déjà consacré un article au sujet de cette antenne dans l'old man 12 /1992 et le lecteur ignorant tout de celle-ci pourra s'y reporter. Pour simplifier, disons qu'il s'agit d'un circuit oscillant parallèle accordé à la résonance, auquel on a donné une très grande dimension physique à la bobine. Dans un circuit oscillant parallèle classique, si on charge le condensateur et qu'on le branche à la bobine, il va se décharger à travers celle-ci, et on obtiendra une décharge oscillante. Cette oscillation durera aussi longtemps que l'énergie contenue dans le système ne pourra pas sortir sous forme de pertes par effet Joule dans la résistance des fils conducteurs. Si on avait un système idéal sans pertes, l'oscillation durerait indéfiniment, alors que dans notre système réel, elle va en s'amortissant, exactement comme un pendule finit par s'arrêter à cause de la résistance de l'air. Il est important de savoir que lorsque le condensateur est complètement chargé, toute l'énergie se trouve transformée en champ électrique, entre les armatures du condensateur, alors qu'elle est transformée en champ magnétique dans la bobine, lorsque le condensateur est complètement déchargé à travers celle-ci. Il y a donc changement continu de forme d'énergie. L'analogie avec le pendule mécanique joue pleinement puisque avec celui-ci, on passe de l'énergie potentielle maximale (lorsque le pendule est à son point le plus élevé) et à vitesse nulle, à l'énergie cinétique maximale (lorsque le pendule est à sa vitesse maximale) et à son point le moins élevé. Avec notre système à self physiquement très grande (mais à coefficient de self induction identique), afin de maintenir la résonance à la même fréquence, l'énergie peut sortir du système par le champ magnétique dont les lignes de force peuvent se prolonger très loin pour revenir au point de départ. On peut tout aussi bien imaginer un système dans lequel l'énergie sort du système par le champ électrique en écartant les lames du condensateur. Il faudrait alors maintenir la même capacité du condensateur afin que l'accord sur la même fréquence soit maintenu, en augmentant les surfaces des armatures.

En nous excusant auprès des amateurs n'aimant pas la théorie, voyons maintenant comment nous avons réalisé pratiquement cette antenne.

Nous avons formé un double cadre carré de 1,60 m de côté, donc deux spires carrées. Pourquoi carrées? Parce qu'on peut plus facilement emboîter les côtés les uns dans les autres comme des piquets de tente de camping. Il suffit de se procurer du tube de cuivre de deux dimensions différentes par exemple, diamètre extérieur 16 mm, intérieur 14 mm et ensuite 14 mm et 12 mm. On peut donc les emboîter l'un dans l'autre. On trouve facilement ce matériel chez un ferblantier. On le pliera facilement à angle droit.

Pour accorder ce cadre, un condensateur variable de 120 pF (capacité à l'accord) convient. Celui-ci sera branché aux deux spires, au départ de celles-ci, c'est à dire en bas. On emploiera une grosse tresse pour faire ces deux connexions. Le CV sera fixé mécaniquement sur une plaque de PVC, celle-ci assurant également la fixation mécanique avec des isolateurs en pot du départ des spires.

Le double cadre lui, sera fixé en haut par un support en deux parties en PVC vissées lui même fixé à un mat PVC ou fibre de verre (ancien mat de planche à voile). Il faut en effet éviter les mats métalliques supportant les spires, ceux-ci absorbant de l'énergie. Le condensateur pourra être télécommandé et actionné à l'aide d'un moteur de broche ou autre. On le voit, l'amateur un peu mécanicien trouvera facilement le moyen de réaliser cet ensemble à très peu de frais. Les deux spires carrées seront maintenues à égale distance (10 cm) à l'aide de tubes en PVC à encoches arrondies.

Reste la question du couplage de l'antenne à la station. On fixe, directement sur le milieu des deux spires en bas près du CV, une prise PL à l'aide d'entretoises métalliques fixées directement au tube de cuivre. Du point chaud au centre de cette prise PL, on soude une boucle de couplage de 30 cm de diamètre environ, constituée de fil plein mi dur de 2 mm de diamètre. L'autre extrémité de cette boucle rejoindra une troisième entretoise fixée elle aussi à la prise PL. La spire sera bloquée à celle-ci par une vis. On pourra ainsi varier le diamètre de la spire à l'aide de cette fixation, pour ajuster l'adaptation. Un câble coaxial de 50 Ohms permettra la liaison avec la station. Avec très peu de mise au point, et

| Point                  | Fréquence [MHz] | Impédance [ $\Omega$ ] | Tension [V p-p] |
|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| <b>Porteurs HF</b>     |                 |                        |                 |
| R                      | 59.343 - 59.643 | 50                     | 30              |
| S                      | 59.343 - 59.643 | 50                     | 60              |
| U                      | 17              | 50                     | 150             |
| W                      | 9               | 50                     | 300             |
| <b>Chaîne SSB</b>      |                 |                        |                 |
| A                      | 0.001           | 1'000'000              | 80              |
| C                      | 0.001           | 100'000                | 2000            |
| D                      | 0.001           | 100'000                | 2000            |
| F porteuse résiduelle  | 5.300           | 23'000                 | 150             |
| F en pointe            | 5.300           | 23'000                 | 1200            |
| Q porteuse résiduelle  | 5.300           | 50                     | 50              |
| Q en pointe            | 5.300           | 50                     | 400             |
| N en pointe            | 3.740           | 50                     | 1500            |
| L porteuse résiduelle  | 3.740           | 45                     | 5000            |
| L en pointe            | 3.740           | 45                     | 28500           |
| <b>Porteur Phasing</b> |                 |                        |                 |
| H                      | 5.300           | 50                     | 2000            |
| I                      | 5.300           | 100'000                | 2000            |
| J                      | 5.300           | 100'000                | 2000            |

Tableau 1: Tableau des valeurs de niveaux

à la résonance, on parvient facilement à un SWR proche de 1.

Le facteur de qualité étant très élevé, l'accord sera très pointu. Le rendement de cette antenne est proche de 98% selon le Professeur Gardiol de la section d'hyperfréquences de L'EPFL.

## 10. Conclusions

Nous espérons que les lecteurs auront appréciés ce long voyage dans le domaine de la haute fréquence. Même sur 80 m, il n'est pas aisé, surtout lorsqu'on part de quelques idées, de concrétiser celles-ci en employant des moyens simples et utilisables par d'autres. Quand on suit tout l'avancement du projet, et qu'on finit par entendre son propre indicatif venant en retour à un appel, il est difficile d'exprimer la joie que l'on ressent.

Nous espérons avoir suscité l'envie de faire chauffer le fer à souder, afin que le lecteur connaisse lui aussi la grande joie de se trou-

ver devant son propre montage qui fonctionne.

Je remercie très sincèrement le lecteur m'ayant fait l'amitié de me lire jusqu'au bout, je reconnais bien volontiers que pour un amateur pur, cette lecture malgré toute ma bonne volonté n'était sûrement pas facile à suivre. Bravo à l'amateur qui a tout compris.

## 11. Bibliographie

Nous ne savons pas si les ouvrages cités existent toujours sur le marché. Ils sont peut-être épuisés ou en réédition. Le lecteur intéressé pourra toujours me téléphoner.

- SSB=BLU, Robert Piat F3XY, Sociétés scientifiques françaises
- L'émission et la réception d'amateur, Roger Raffin F3AV, Sociétés scientifiques françaises
- Radio Amateur Handbook, ARRL
- Solid State Design for the Radio Amateur, ARRL

- Single Sideband for the Radio Amateur, ARRL

- Dioden Schottky HP:  
Bas'x, Hardturmstr. 181, 8010 Zürich
- Prises chassis Cinch, Cartes:  
Jaeger AG, Murtenstr. 350, Bern

## 12. Adresses des fournisseurs

- Pour les cartes, transistors, etc.:  
Urs Meyer Electronic SA, av. Robert 12,  
2052 Fontainemelon
- Torres de ferrites «Amidon Associates»:  
BYL Electronics Components, Gotthardli  
39, 6372 Ennetmoos

Bei grossem Interesse ist vorgesehen, diese Artikelreihe ins Deutsche zu übersetzen.

Die Redaktion

## Erden ist wichtig, aber WIE?

von Albert Wyrsh (HB9TU), Zibuhof, 6286 Altwis, e-mail:hb9tu@logon.ch, www.hamshop.ch

### Das Erden der Amateurfunkstation in einem mehrstöckigen Gebäude.

Jede Radiostation benötigt zur optimalen Funktion nebst einer guten Antenne eine korrekte Erdung. Unter korrekter Hochfrequenz-Erdung versteht man eine kurze, hochquerschnittige Erdleitung, verbunden mit einer grossflächigen und tief verlegten Erdplatte. Dort wo das nicht möglich ist, speziell wo lange Erdleitungen vorliegen, kann mein Artikel zu einer Verbesserung führen. Auf alle Fälle ist von der Erdung der Station via Netzschutzerde (oder gar Nulleiter) dringendst abzuraten. Siehe dazu old man 10/92 Seite 23 ff. Der wichtigste Teil des hier beschriebenen und in Vergessenheit geratenen Erdungssystems, ist die sogenannte Erd-Endkapazitäts-Auskopplung nach Lirpa Maxwell N.Y. USA (veröffentlicht im QST April 1970). Eine Kopie dieses interessanten Artikels kann durch Zustellen eines adressierten und frankierten C5 Briefumschlages beim Verfasser angefordert werden.

Meine Ausführungen gliedere ich in fünf Teile und zwar wie folgt:

1. **Prinzip und Zusammenbau** der drei verwendeten Einheiten gem. Schema
2. **Der Erdleitungskoppler**, eine kurze Rekapitulation mit Hinweisen
3. **Die Erd-Endkapazität**, Theorie und Anleitung zum Selbstbau (Bild 1)
4. **Die Erd-Endkapazitäts-Auskopplung**, das Kernstück des Systems. (Bild 2)

### 5. Abgleichen des Systems, Typs und Verbesserungsvorschläge

#### 1. Prinzip und Zusammenbau Siehe auch Schaltschema und Punkt 3.1 und 4.1

Das ganze System besteht aus drei hintereinander geschalteten Einheiten: Dem bekannten Erdleitungskoppler, der Erd-Endkapazitäts-Auskopplung für die Erd-Endkapazität und eben der Erd-Endkapazität. Alle **drei Einheiten** können nachgebaut werden. Der Erdleitungskoppler kann auch als Fertiggerät (MFJ Typ 931) beschafft werden. Das Zusammenschalten der drei Einheiten mit dem Sender geht aus dem Schaltschema hervor.

#### 2. Der Erdleitungskoppler

Für meine Versuche wurde zuerst der Erdleitungskoppler der Firma Annecke verwendet. Später wurde ein etwas grösserer Koppler für eine Leistung von 1200 Watt mit entsprechend stärkeren Komponenten hergestellt. Weitere Angaben sind dem Schaltschema zu entnehmen. Zusätzliche Informationen gibt es in der Literatur (Rothammel, ARRL Antenna Handbook).

#### 3. Die Erd-Endkapazität (Bild 1)

##### 3.1 Das Prinzip

Kurze Antennen werden oft mit Hilfe von Induktivitäten (Spulen) elektrisch verlängert und zu lange Antennen mit Kapazitäten (Kondensatoren) verkürzt. Auch eine zu lange