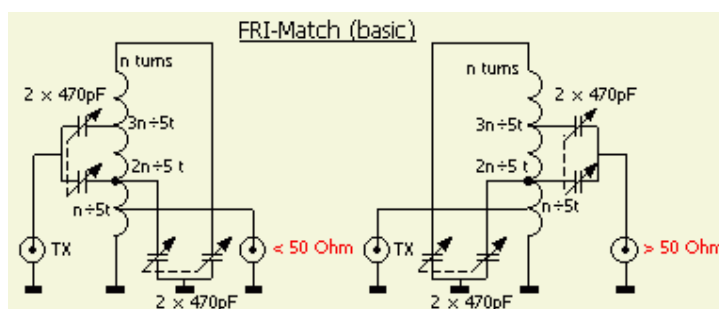


FRI-Match ATU, een Z-Match met één spoel,

(Freematch line matching unit gepubliceerd in RSGB's RadCom 1989 july en Rothammel's Antennenbuch)

UPDATED: De tekst aangepast en foto's toegevoegd van PA4M's QRP FRI-Match.

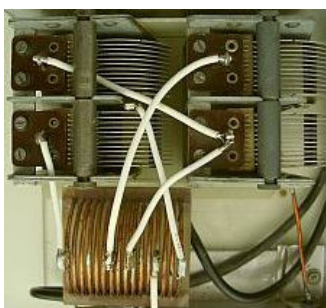
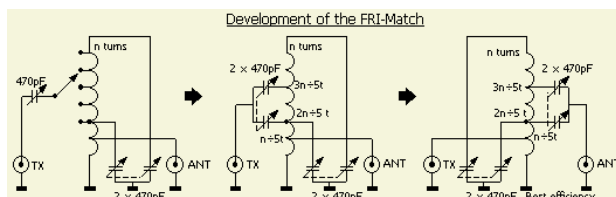


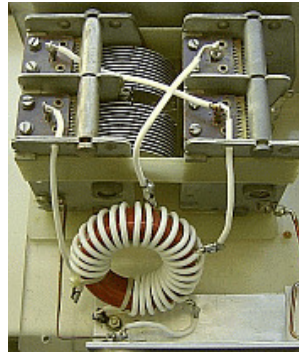
Over het algemeen kan men het beste de rechter schakeling gebruiken, lukt de aanpassing niet dan overschakelen naar het linkse systeem.

ONTWERP

Dit ontwerp voor 10 t/m 80 m (incl. WARC) kwam omstreeks 1972 tot stand bij een poging om met twee knoppen en zo min mogelijk componenten, een aanpassing met lage SWR te krijgen voor een met coaxkabel gevoede (multiband) antenne zoals G5RV, W3DZZ, 3band trap Yagi etc. Het regelbereik van 10 t/m 80 m is te vergelijken met de ingebouwde tuners van de huidige transceivers.

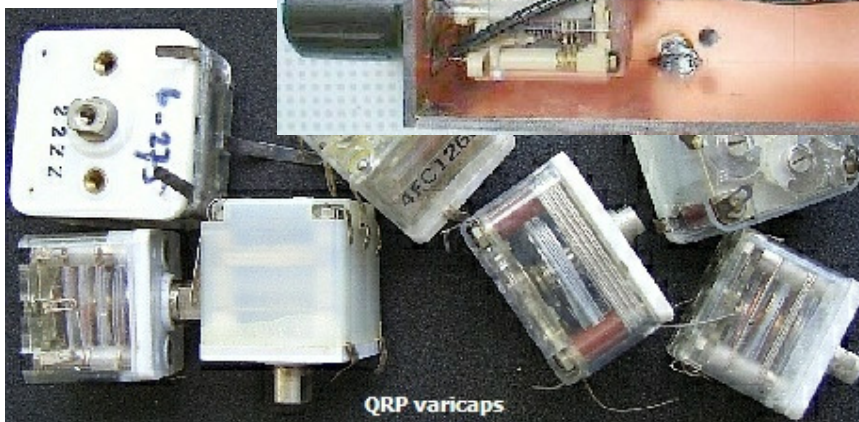
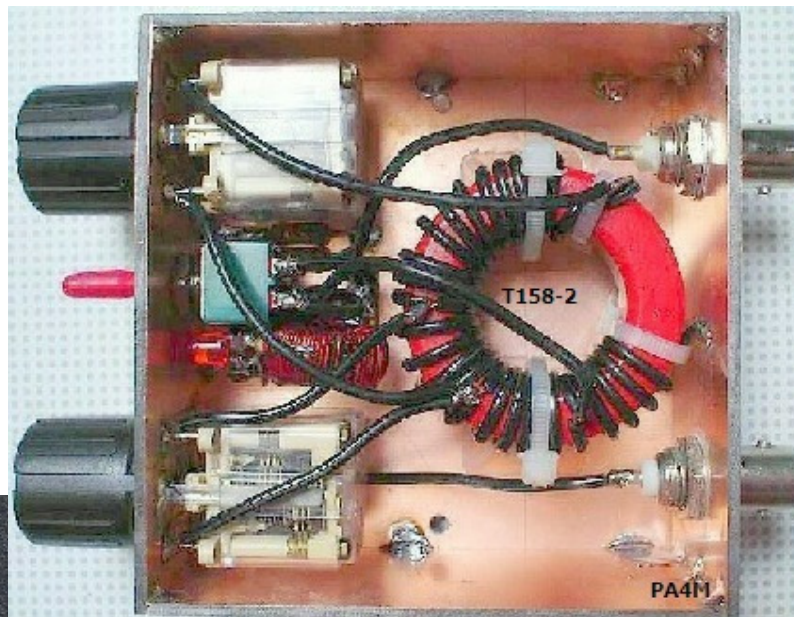
Destijds werd er niet aan gedacht om deze tuner te publiceren, maar collega zendamateurs die er goed mee konden werken, drongen erop aan om een artikel in te zenden. Deze tuner (ATU) werd in Electron van VERON en RadCom van RSGB gepubliceerd als [FRI-Match](#). Deze naam werd bedacht om onderscheid te kunnen maken met andere ATU systemen. De redacteur van RadCom heeft later vastgesteld dat mijn ontwerp de eerste in zijn soort is geweest, want daarna zijn dergelijke tuners met andere taps op de spoel ook in andere tijdschriften voor zendamateurs verschenen.



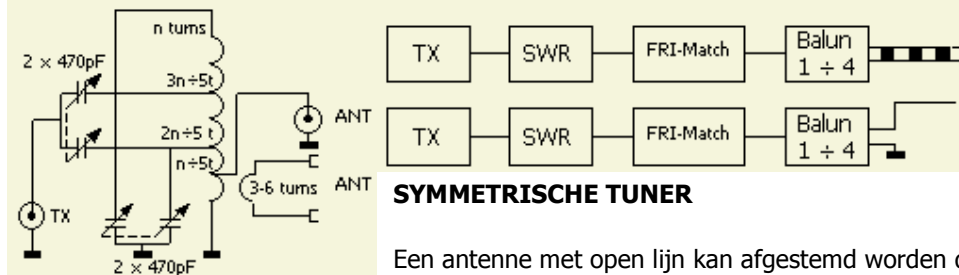


Na veel experimenteren met diverse antennes en complexe belastingen bleek het ontwerp met één spoel met een zelfinductie van 5 – 8 μH op alle banden (10 t/m 80 m) het beste resultaat te geven. Het rendement van de tuner is goed, omdat het beschouwd kan worden als een autotransformator met inductieve en capacitieve aftakkingen. Oorspronkelijk was het ontwerp een drieknoppen tuner volgens het linkse model.

Daarom werd verder geëxperimenteerd en ontstonden het middelste en rechtse model met twee afstemknoppen (zie schema). De tweevoudige condensator heeft bijna dezelfde werking als de om te schakelen condensator aan de ingang. Zo werd een schakelaar uitgespaard.



Eén van mijn eerste bouwsels was met twee kunststof varicaps. Types die in draagbare AM radio's zaten. Hoewel bedoeld voor QRP, bleken zij vaak ook geschikt voor zelfs 100 W als de aan te passen impedantie niet al te hoog was. Mijn QRP ATU bestaat inmiddels niet meer, maar PA4M heeft iets gebouwd (fig») dat bijna een (toevallige) kopie lijkt van mijn voormalige apparaat.



SYMMETRISCHE TUNER

Een antenne met open lijn kan afgestemd worden door over het onderste gedeelte van de spoel een koppelspoel van 3 – 6 windingen aan te brengen.

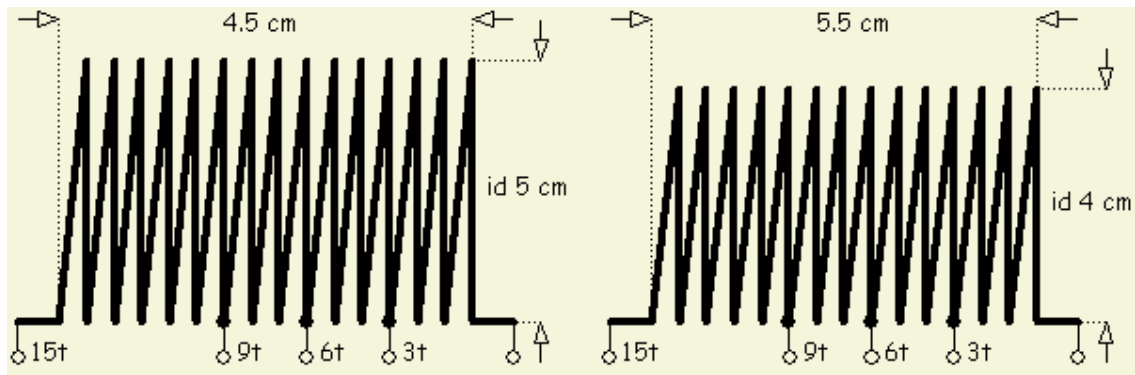
Dit aantal is een gemiddelde want dat hangt af van de impedantie van de belasting. De capacatieve koppeling van beide spoelen verstoort het balanceren en door de extra spoel vermindert het rendement van deze tuner. Het resultaat hangt sterk af van het juiste aantal windingen. Hiervan moet de impedantie passen bij de impedantie aan het begin van de open lijn. Is deze bij voorbeeld hoog en er zijn te weinig windingen, dan kan meestal wel een $SWR = 1$ gevonden worden, maar er komt minder energie in de antenne. Gezien de opgenoemde onzekerheden, kan ik dit systeem niet aanbevelen. Niettemin kunt u zelf experimenteren met het aantal koppelwindingen voor een maximale stroom in de voedingslijn naar uw antennesysteem.

Zelf gebruik ik een FRI-match vrijwel uitsluitend als [asymmetrische tuner](#) voor met coaxkabel gevoede antennes of als afstemeenheid tussen zender en een te testen HF versterker. Indien een symmetrisch antennesysteem aangepast moet worden, doe ik dat (fig») in combinatie met een geschikte [balun](#) aan de uitgang van de ATU. Lees verder de alinea ANTENNES.

SPOEL

SPOEL				
Lengte	4.5	5.5	cm	
Diameter	5	4	cm	
Windingen	15	15	aantal	
Tap	3, 6, 9	3, 6, 9	windingen	

Draaddikte ten minste 1 - 2 mm.



In de tekening en tabel zijn de maten opgegeven van een paar goedwerkende luchtgewonden spoelen die geschikt zijn voor ongeveer 400 W.

Ook andere spoelen van 5 – 8 μH zijn bruikbaar mits de formule in de volgende tabel toegepast wordt voor het bepalen van de aftakkingen.

BEREKENING VAN DE TAPS

Heeft u een willekeurige 5 – 8 μH spoel met n windingen dan komen, gemeten van het massapunt af, de aftakkingen volgens de tabel →

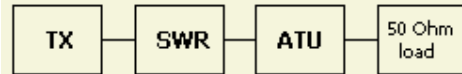
Spoel	5 – 8 μH
Windingen	n
Tap 1	$n \div 5$
Tap 2	$2n \div 5$
Tap 3	$3n \div 5$

Voorbeeld: een spoel met een kleine diameter en bij voorbeeld 30 windingen, komt de eerste tap op $30 \div 5 = 6$ wdgn, de tweede tap: $2 \times 30 \div 5 = 12$ wdgn en de derde tap: $3 \times 30 \div 5 = 18$ wdgn.

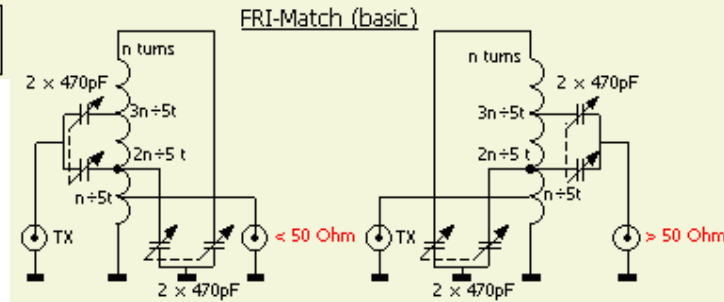
Zie ook als voorbeeld de tuner van PE1ADY verderop in dit artikel.

In ontwerpen van anderen ziet u hetzelfde systeem met één spoel maar de aftakkingen zijn anders. Helaas verklaren de auteurs niet hoe en waarom de desbetreffende taps gekozen werden. Als het rendement buiten beschouwing gelaten wordt, dan kan inderdaad met andere aftakkingen op de spoel eveneens een $\text{SWR} = 1$ gehaald worden.

Uitgebreide experimenten gedurende ten minste zes maanden hebben mijn gevonden aftakkingen op de spoel opgeleverd. Twee jaar later zijn die proeven herhaald en werden de eerste resultaten nogmaals bevestigd. Het bleek dat het **rendement met de gevonden taps gemiddeld het beste was**. Er zijn verschillende belastingen in de vorm



van antennes
combinaties van
weerstand per
band



en

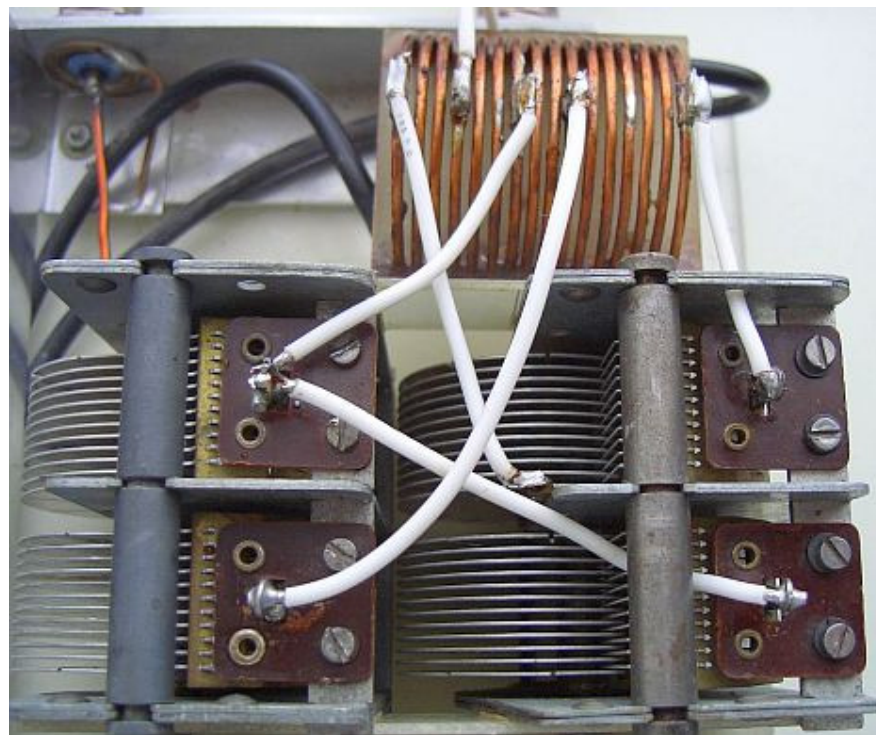
geprobeerd en er is naar het rendement en aanpassing gekeken. Met dit ontwerp en formule voor de taps is het verlies van de tuner op alle banden vrijwel gelijkmatig en klein. Kiest u andere aftakkingen dan loopt u de kans dat op één of meer banden er wel aanpassing is maar met een slechter rendement.

U kunt zelf («fig) een proef op de som nemen met uw huidige ATU tussen uw zender en een 50 Ω belasting. Breng de zaak in afstemming, meet met en zonder tuner het vermogen dat in de dummy-load terechtkomt en verheug of erger u dan.

AANPASSEN

Elke kant kan als ingang gebruikt worden, maar over het algemeen zal de rechter figuur qua rendement het beste werken. Als er geen aanpassing gevonden kan worden, kies dan voor de linker figuur. U kunt dat handmatig doen door omwisselen van in en uitgang of met een tweevoudige schakelaar (weer een knop erbij!).

De tuner
(fig») wordt hier ook veel toegepast om de ingang van een experimentele lineaire versterker geschikt te maken



voor de zender. In een aantal door mij ontworpen HF lineairs is iets van deze tuner terug te vinden.

Hoewel deze ATU eigenlijk bestemd was om een lage SWR te krijgen voor de bandgrenzen van een resonerende antenne, bleek in de praktijk dat veel meer mogelijk is. **Bedenk echter dat deze ATU net als andere aanpassingsunits zijn beperkingen heeft.**

SYSTEEM

De werking van de spoel is nogal complex. De meeste banden worden bestreken door het gedeelte tot de tweede aftakking. Daarboven is voor 80 m en 20 m, waarbij in het laatste geval de tweevoudige condensator weer een belangrijke rol speelt. Op 20m worden meestal twee resonanties gevonden. Kies voor het punt waarbij de condensator over de spoel het meest ingedraaid is. Met bijna geheel uitgedraaide condensator komt men in het 40 m en 10 m bereik.

RINGKERN

	Ringkern	T200-2
	Windingen	25
	Taps	5, 10, 15 wdg

Omdat een spoel met ringkern vrijwel geen uitwendig veld heeft, kunt u daarmee een zeer compacte antennetuner bouwen. Voor een vermogen van ± 400 W is een T200-2 (fig») ringkern goed geschikt.

Beide foto's laten een tuner van $17.5 \times 6 \times 12$ cm (b $\times$ h $\times$ d) zien die speciaal gebouwd werd voor een Kenwood TS-50S voor gebruik in het buitenland. Het apparaat is door de T200-2 ringkern de helft kleiner geworden dan de transceiver.

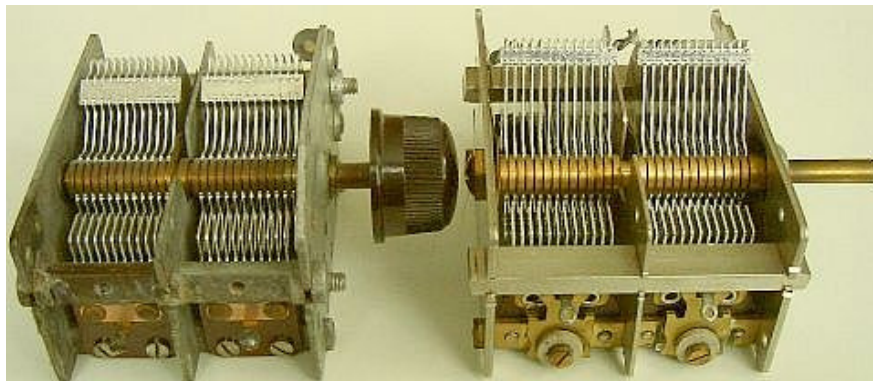
Breng de windingen gelijkmatig verdeeld aan over 80 % van de kern.



De draad moet bestand zijn tegen hoge spanningen en isolatie met bij voorbeeld Teflon tape op kern of draad is aan te bevelen. Een andere methode waarbij ongeïsoleerd draad gebruikt kan worden, is het bedekken van de ringkern met twee isolerende ringen van epoxy printplaat zonder koper. De ringen kunnen uitgezaagd worden met een 7-gaten-zaag. Voor een T200-2 ringkern wordt de diameter van de ring 55 mm met een gat in het midden van 28 mm doorsnede. Door het aanbrengen van een paar druppels seconden lijm plakt u de ringen op de ringkern. Dat voorkomt schuiven bij het aanbrengen van het draad.

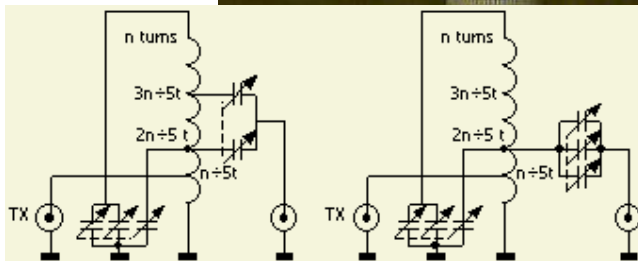
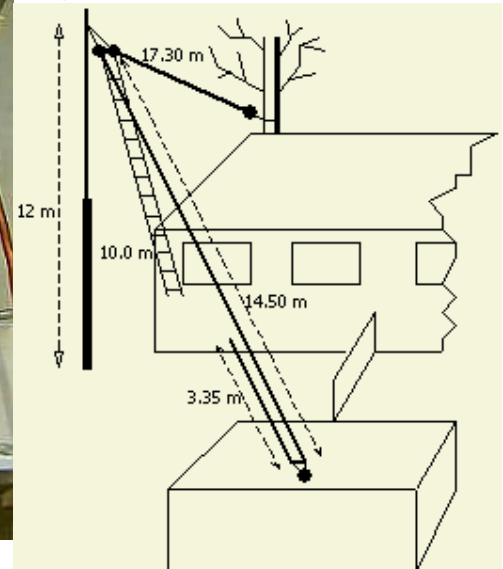
Inmiddels is gebleken dat zwart geïsoleerd installatiedraad ook bruikbaar is.

CONDENSATOR





Tweevoudige variabele condensatoren van 2×470 pF uit oude ontvangers zijn zeer geschikt en kunnen in dit ontwerp 400 W of iets meer aan bij veel antennesystemen. De vrije ruimte tussen een vaste en draaibare plaat zal ongeveer 0.6 – 1 mm zijn. Met de condensator bijna uitgedraaid wordt de 40 m

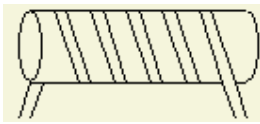


band bestreken en daarom is een zo klein mogelijke nul capaciteit belangrijk. Is die te groot dan lukt het afstemmen op 40 m net wel of net niet. Het 20 m bereik wordt grotendeels bepaald door de variabele capaciteit tussen de tweede en derde aftakking van de spoel.

Tijdens een test gaf de tuner («fig» met ringkern bij een antenne (fig») van 2×17.30 m, 10 m openlijn en $4 \div 1$ balun geen krimp met 1000 W op 80 m! De ringkern werd niet warm maar het draad met PTFE (teflon) isolatie op den duur wel. Dit antennesysteem met [coaxbalun](#) en FriMatch was in staat om alle 8 banden van 10 - 80 m af te stemmen met een SWR = 1.

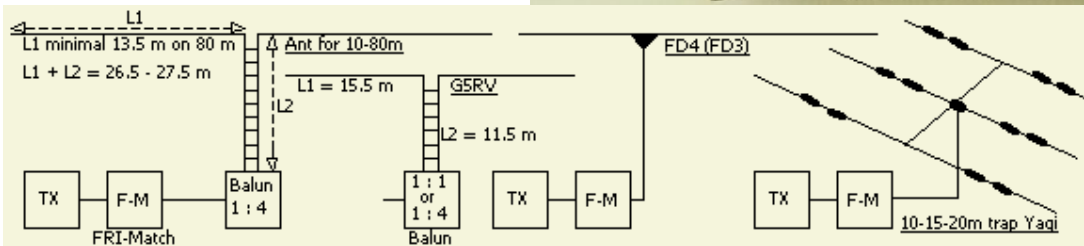
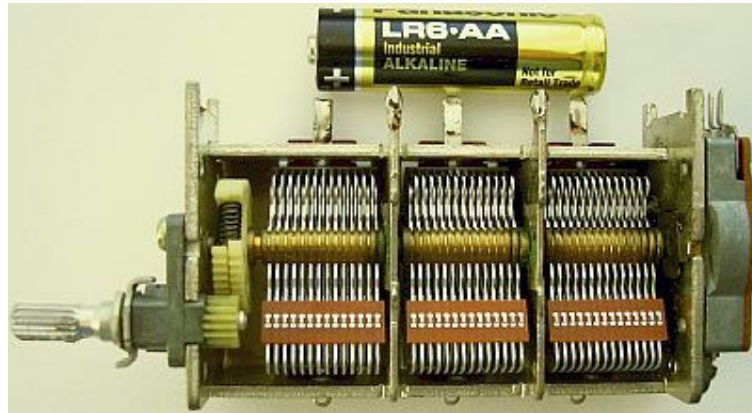
Condensatoren met een kleinere plaat afstand zijn geschikt voor ongeveer 100 W. Typen van kunststof zijn geschikt voor QRP setjes. Ook waarden van 2×350 pF zijn te gebruiken, maar zorg er dan wel voor dat de spoel ongeveer 8 μ H is.

Er zijn ook kleine drievoudige condensatoren van 3×330 pF. Die kunt u het beste inzetten volgens («fig» het schema. Dan is het zelfs mogelijk dat ook 160 m afgestemd kan worden over een zeer beperkt gebied. De 40 m band is dan vaak niet meer te vinden met uitgedraaide platen, maar komt terug door al draaiend de capaciteit te vergroten.



Om u een indruk van het formaat te geven ziet u hiernaast een penlite batterij samen met zo'n kleine drieboudige variabele condensator.

160 m

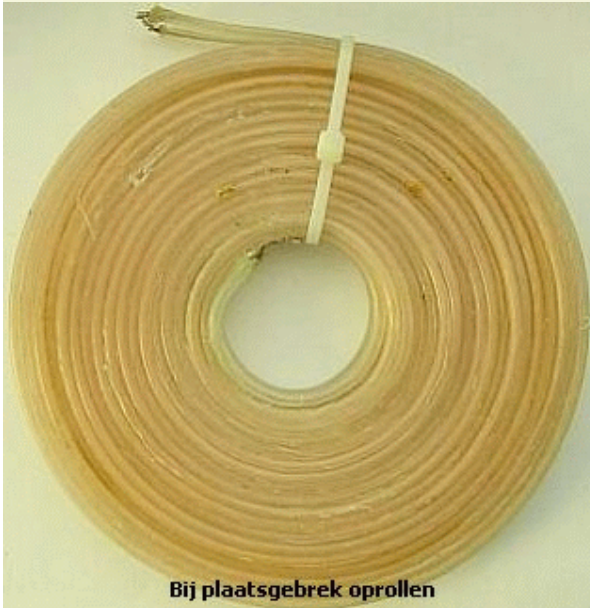


De 160 m band valt bijna altijd buiten het regelgebied van deze tuner. Wilt u die band erbij hebben, dan is

een spoel met meer zelfinductie nodig. De "formule" voor de aftakkingen blijft geldig. Alleen zal een stuk in het gebied van 10 – 20 m ontbreken. Het bereik wordt dan ongeveer 30 – 160 m, maar het kan meevallen.

ANTENNES

dat hoeft dat mAntennes zoals G5RV met balun, W3DZZ, FD3 en FD4, trap verticals en Yagi's zijn met een FRI-Match goed aan te passen. Als u zelf een FD3 of FD4 maakt en deze tuner daarbij gebruikt, kunt u met goed resultaat net zo goed een $1 \div 4$ balun plaatsen. Dat kan zelf gemaakt worden met een ringkern, maar beter is een coaxbalun eventueel een kleiner model met dun coaxkabel volgens dit artikel [balun](#). Voor het voeden van een antenne met open lijn kan de genoemde balun ook toegepast worden.

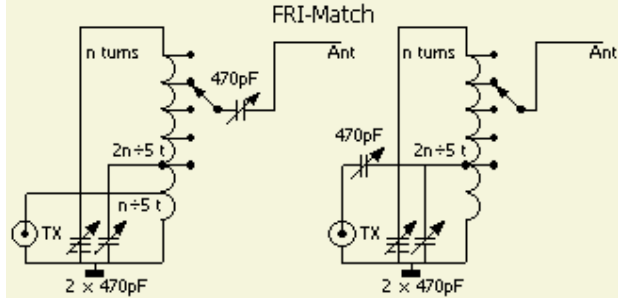


Bij plaatsgebrek oprollen

Een goede aanpassing en stralingsrendement krijgt men als de openlijn plus dipoolhelft ongeveer 27 m is. Zorg daarbij dat de antenne niet kleiner wordt dan 2×13 m. Met dit systeem en een antenne van 2×13.50 m heb ik jarenlang met goed resultaat gewerkt. Als bezoekers mijn antenne zagen, was vaak hun commentaar: "Je hebt wel een sterk signaal met zo'n korte antenne en dat met 100 W"!

Wordt de voedingslijn te lang in uw situatie, rol dan de rest als lintlijn («fig) op een koker.

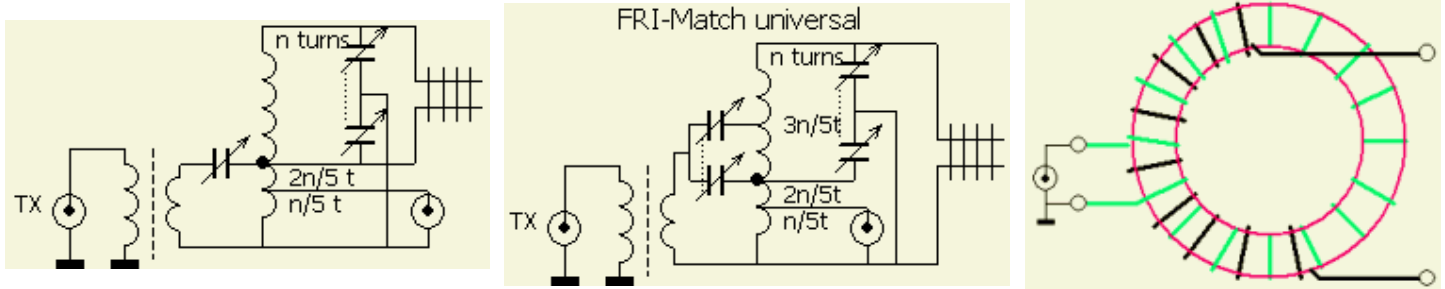
Heeft u ouderwetse 300 Ω lintlijn dan kan het ook opgerold worden zoals een filmrol (fig»), zie ook [universele dipool](#). Met beide methodes krijgt u in feite de werking van een [mantelsmoorspoel](#) als extra erbij.



In het praktische gebruik past deze tuner meer aan dan oorspronkelijk bedoeld werd. Het is een kwestie van even met beide condensatoren of aansluitingen spelen. Dat moet u zelf uitzoeken en ervaren. Een voorbeeld hoe het

kan is de aanpassing van een draadantenne zoals hiernaast afgebeeld is. De tap met de beste aanpassing moet experimenteel bepaald worden. Gebruikt u steeds dezelfde antenne aar eenmalig gedaan te worden. Het is ook mogelijk dat een aanpassing goed lukt door de antenne rechtstreeks op één van de taps aan te sluiten.

UNIVERSELER SYSTEEM (in experimentele fase, voor QRP of vakantie?)



Momenteel ben ik bezig met een meer universele uitvoering van mijn FRI-Match, een combinatie van een asymmetrische en symmetrische tuner. Bij dit ontwerp moeten de variabele condensatoren geïsoleerd gemonteerd worden. Naar believen kan een coaxkabel met antenne of een symmetrische lijn met antenne aangepast worden. Een [scheidingstransformator](#) (fig») zorgt ervoor dat de 50 Ω kabel impedantie naar een lagere waarde overgezet wordt zodat de ATU gemakkelijker de hogere impedanties van antennesystemen kan aanpassen. Elk tunersysteem heeft zo zijn beperkingen maar tot nu was het mogelijk om mijn eigenbouw [W3DZZ](#) met openlijn voeding op alle banden van 10 t/m 80 m in afstemming te brengen. Er wordt nog geëxperimenteerd wat de beste overzetverhouding van de transformator is.

ROTHAMMEL ANTENNENBUCH

In het bekende Antennenbuch van Karl Rothammel, DM2ABK, Y21BK (SK) staat veel over antennesystemen, tuners, coaxkabels etc. Het is een goed informatief naslagwerk. Mijn originele exemplaar van 1978 komt nog uit de voormalige DDR en is gedrukt op een soort krantenpapier. Een eigenaar van een veel nieuwere versie ontdekte dat deze tuner ook in de tekst vermeld wordt en dat is toch leuk om te weten.

8.2.2.10 Freematch

Der Tuner „Freematch“ (*FRI-match*), benannt nach dem Suffix von *Frits Geerligs PA0FRI*, ist eine Modifikation des Z-Match und hat sich bei der Anpassung von resonanten Antennen wie *G5RV*, *FD4*, Dipole usw. und einigen nichtresonanten Antennen bewährt [2.31]. Der Frequenzbereich geht von 3,5 bis 28 MHz. **Bild 8.2.18** zeigt die etwas eigenwillige Schaltung.

Mit einer zusätzlichen Koppelspule (3–6 Windungen bifilar gewickelt) am kalten Ende der Spule kann ein symmetrischer Ausgang von 75 bis 300 Ω erzielt werden.

178

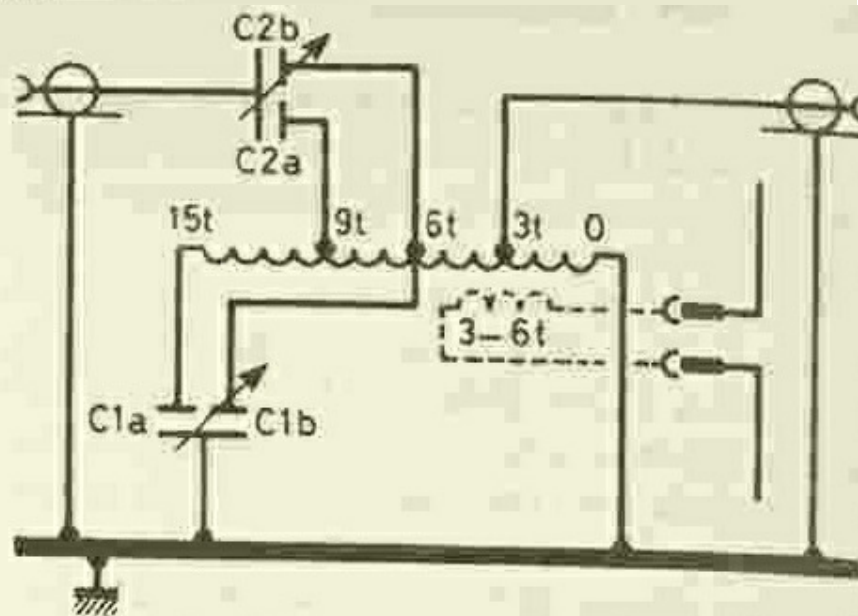
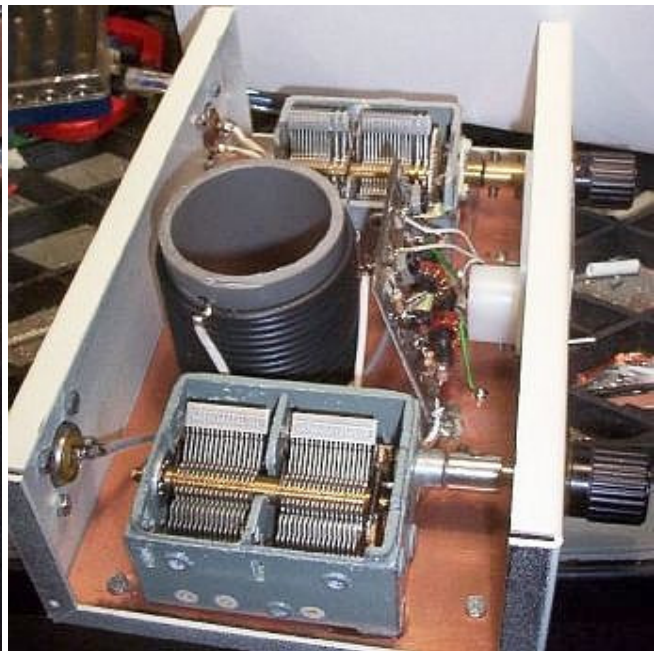
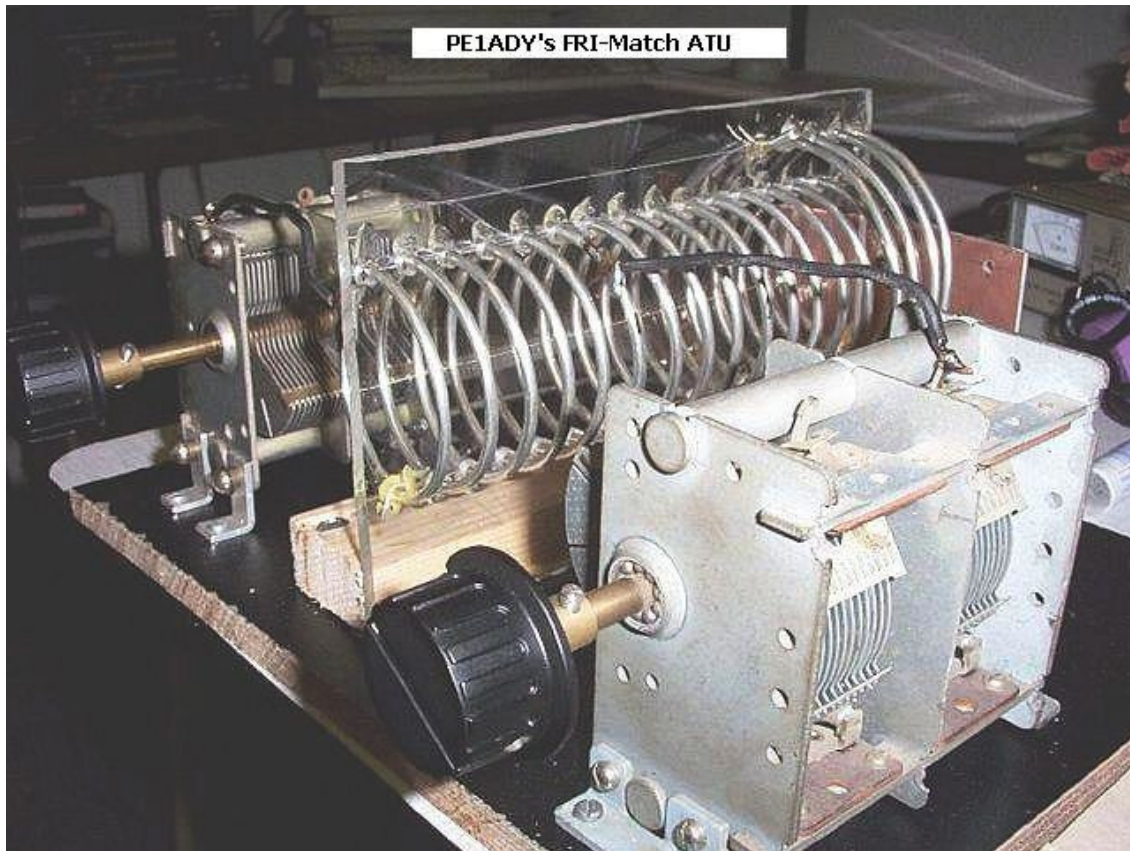
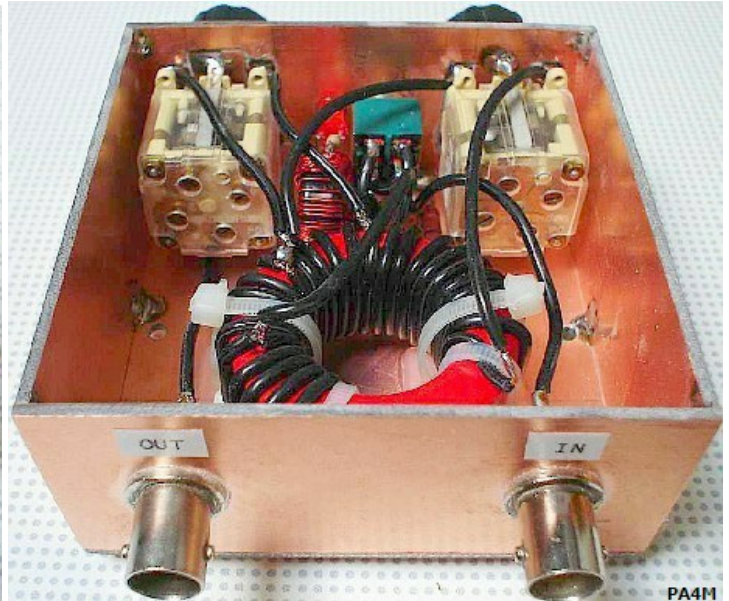


Bild 8.2.18
Freematch

NABOUWERS



PE1ADY's maakte deze FRI-Match ATU's.



iwde het ontwerp met een ingebouwde N7VE SWR indicator zodat geen aparte SWR meter nodig was. Hij gebruikt zijn FRI-m; 30 m CW transceiver. Het rendement van de tuner heeft hij nog niet kunnen testen, maar afstemming verloopt erg soepel. De rin; at het toevallig nog ongebruikt aanwezig was.