



Aceasta versiune de SWR metru este una de sine-statoare si este destinata celor care doresc sa-si construiasca un aparat separat de masurare a SWR-ului si a puterii de radiofrecventa. Acest model de aparat se preteaza oricarei statii de radioamator sau poate fi folosit in domeniul CB pentru acordul antenelor si/sau masurarea puterii de iesire.

Schema acestui aparat este bazata pe un microprocesor Atmega8A, care prelucreaza semnalele provenite de la cuplorul de antena. Schema cuplorului de antena este o schema cu doi senzori de RF, pe tor de ferita AMIDON FT50-43; un **senzor de curent** si un **senzor de tensiune**. Aceasta schema este foarte usor de abordat in conditii de amator deoarece nu este necesara echilibrarea celor doua semnale DIR si REF care sunt captate de cuplor, spre deosebire de alte scheme care au diferite metode de echilibrare din trimeri, destul de ne-sigure si greoaie, pe care multi le ocolesc. Un lucru foarte important pentru cuplorul de antena este ca se utilizeaza bobinaje de **EXACT 26 spire!** pentru ambele toruri. Acest numar de spire este de fapt raportul de transformare pentru citirea exacta a valorilor de tensiune induse si este implementat in soft in formula de calcul a puterii. O teorie despre aceste metode de citire exacta a tensiunilor de RF si calculare a puterii cu senzori de curent si tensiune, se poate gasi la adresa:

<http://epic.mcmaster.ca/~elmer101/rfpower/rfpower.html>

Datorita implementarii acestei metode de calcul a puterii de RF, pentru o tensiune de intrare ADC de maxim 5V, cum are microcontrolerul Atmega8, am calculat o putere la cap de scala de maxim 170W cu un raport de transformare pentru toruri, de 1:26. Ca sa se poata masura si puteri mai mari am construit un atenuator de tensiune de intrare cu 1:2 care pe scala aparatului rezulta o putere afisata de 4 ori mai mare, deci in cazul folosirii atenuatorului de intrare se poate citi o putere maxima de $4 \times 170W = 680W$.

Trecerea de la o scala de masurare la alta se face din soft prin selectarea meniului respectiv, si se traduce prin actionarea unui releu care comuta divizorul de tensiune de la intrare.

Puterea masurata de aparat se calculeaza cu formula:

$$P = \{(U_{adc} / \text{sqr}(2)) * Rap\}^2 / 50 [W]$$

Unde:

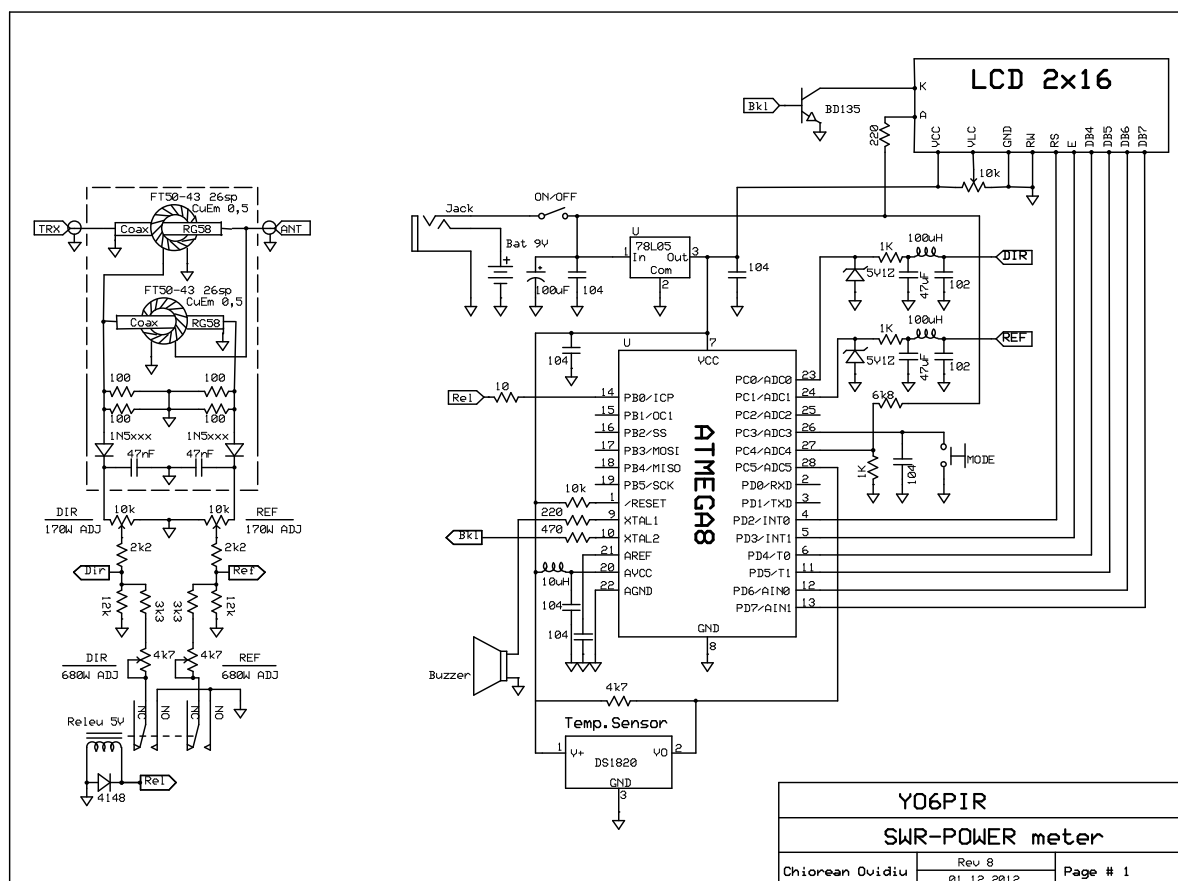
- "**Uadc**" este tensiunea continua de la intrarea in uC care este de maxim 5V
- "**sqr(2)**" este radical din 2 adica 1,4142.
- "**Rap**" este raportul de transformare al transformatorului pe tor; in cazul nostru 26.

Deci, valoarea maxima a puterii masurate fara a fi nevoie de calibrare, cu raport de transformare de 1:26 este de 170W la cap de scala. Pentru a putea totusi sa fie calibrat cu finete, am facut un artificiu constructiv. Am introdus un divizor la intrarea in uC pentru a diviza tensiunea de intrare cu 2, adica cu alte cuvinte pentru a o **SCALA**. Aceasta scalare, impartire la 2, este in concordanta cu setarea referintei ADC a uC-ului, care a fost setata la valoarea interna de 2,56V. Acest artificiu este necesar deoarece in circuitul de intrare in ADC sunt intercalate o serie de filtre pentru radiofrecventa care ar putea patrunde in intrarea micro-C. Aceste filtre de intrare limiteaza tensiunea de intrare cu catva mV si de aici si unele neliniaritati la citirea tensiunilor maxime pana in 5V. Astfel, un circuit de scalare la tensiune mai mica de 5V permite o liniarizare a semnalelor "cap de scala" pe cele doua domenii de putere masurate de aparat prin faptul ca ajusteaza caderile de tensiune pe circuitul de intrare in uC, la valorile necesare pentru prelucrare in software.

Ca si la versiunile anterioare de SWR-Power-metre produse de mine, si acesta are cateva meniuri interschimbabile, cu ajutorul carora se pot vedea parametrii masurati.

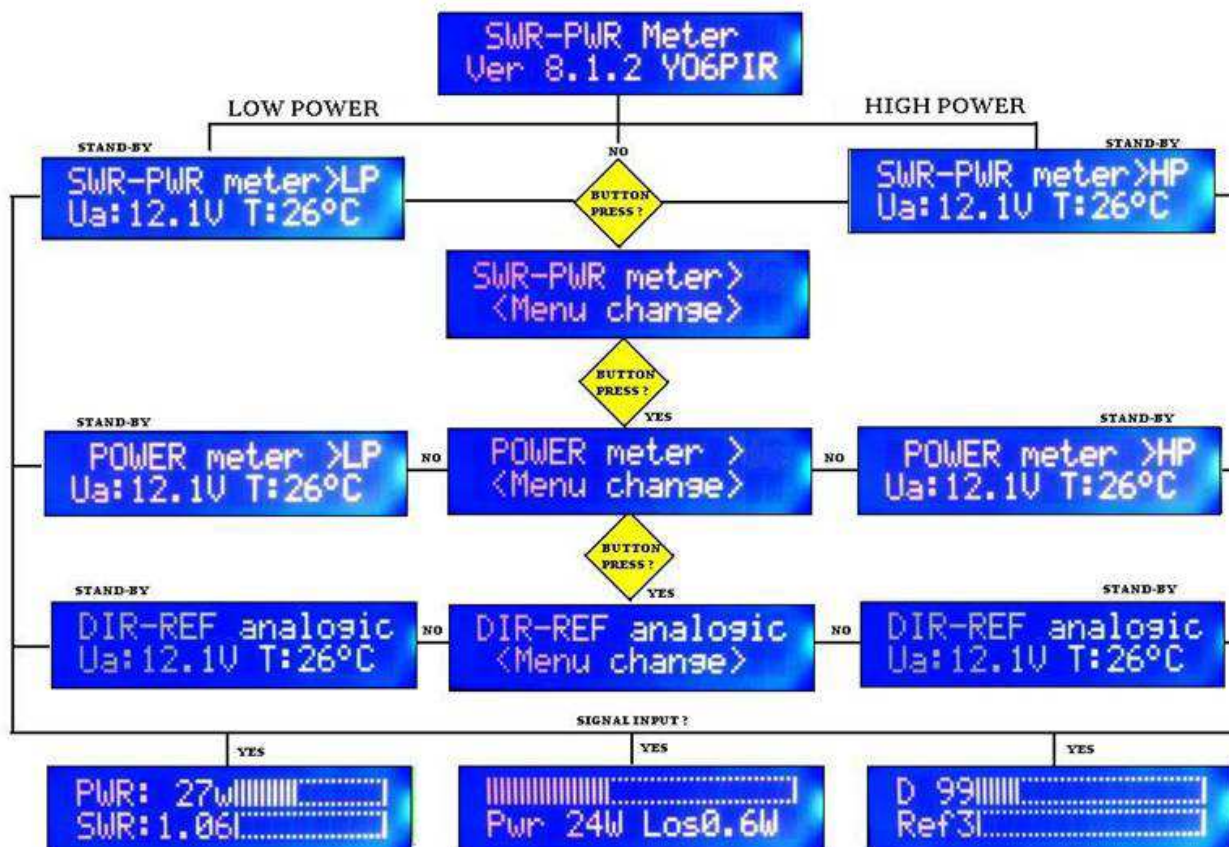
- Meniul SWR-Power-meter, afiseaza SWR, putere efectiva, bargraf Dir-Ref.
- Meniul Power-meter, afiseaza puterea efectiva, pierderile pe reflectata, bargraf Dir.
- Meniul Dir-Ref analogic, afiseaza bargraf si valoare analogica Dir-Ref.

Schema de principiu:



MENIUL PRINCIPAL

Acest meniu, este afisat in mod permanent pe ecranul aparatului, atata timp cat aparatul nu sesizeaza semnal de radiofrecventa la intrare. Adica **modul Stand-by**.



MODUL STAND-BY

În modul Stand-by aparatul afișează starea divizorului de putere prin afișarea “-HP” dacă este activat pe domeniul “HIGH Power” sau “-LP” dacă este pe domeniul “LOW Power”. De asemenea în modul Stand-by pe ecran se pot citi informații referitoare la tensiunea bateriei de alimentare și temperatura ambiantă. Dacă aparatul sesizează la intrare semnal de radiofrecvență, atunci display-ul se comută în mod automat pe afișarea valorilor măsurate în conformitate cu meniul ales. Citirea se face pe bargraf analogic și valoare absolută.

O mențiune foarte importantă de făcut este aceea că valoarea PUTERII EFECTIVE AFISATE este egală cu diferența între PUTEREA DIRECTĂ calculată și PUTEREA REFLECTATĂ calculată în funcție de semnalele de pe cele două intrări: Dir respectiv Ref.

$P_{ef} = P_{dir} - P_{ref}$

MENIUL POWER DIVIDER

Prin apăsarea succesivă a butonului “MODE” se trece de la un meniu la altul. Dacă butonul se ține apăsat mai mult de 3 secunde, atunci se acționează divizorul de tensiune astfel:



CALIBRAREA APARATULUI

Fata de variantele anterioare de SWR-PWR metre construite de mine, acesta NU este dotat cu un meniu de calibrare a factorului de putere. De ce? Deoarece calibrarea se face simplu prin raportarea la tensiunea de referință a uC-ului, și simpla scalare a domeniului de putere pe cele două scale: 170W respectiv 680W din atenuatorul rezistiv pe tensiunea de intrare.

Raportul de unde staționare este dat de formula: $SWR = (DIR + REF) / (DIR - REF)$

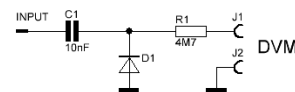
Valorile analogice de tensiune date de către cuplorul de antenă sunt direct proporționale cu tensiunile reale de pe circuitul de antenă deci, factorul SWR nu trebuie calibrat.

În schimb puterea calculată este influențată direct de raportul dintre tensiunea reală pe antenă și tensiunea scalată de la intrarea de citire a microcontroler-ului, care nu trebuie să depășească 5Vpp. Din acest motiv puterea necesită o procedură de calibrare. Această procedură este foarte simplă și se concentrează pe ajustarea celor 4 semireglabile din atenuatorul de intrare.

Materiale necesare pentru calibrare:

- sonda de radiofrecvență cu o diodă
- Digital Multimeter
- sarcină ne-inductivă de 50Ω
- calculator de buzunar (HI!)

Sonda de RF



La ieșirea transceiverului se conectează sarcina fictivă de 50Ω, sonda de RF se cuplează la intrarea unui DVM setat pe tensiune continuă.

Se comută aparatul pe scală “**LOW Power**”. Se porneste trcv-ul și se transmite un ton continuu CW sau FM cu o putere de maxim 100W. Se măsoară tensiunea continuă pe sarcină de 50 Ohmi cu ajutorul sondei și DVM-ului și se calculează puterea cu formula:

$$P = (U_{ef} * 1,4142)^2 / 50 [W]$$

Se ajustează semireglabilul “**170W DIR Adj**” a atenuatorului, în așa fel încât pe scala de afișare a puterii să se citească exact puterea calculată anterior cu formula de mai sus.

Apoi se trece aparatul pe scala de “**HIGH Power**” și se trece din nou trcv-ul pe emisie. De data aceasta se acționează semireglabilul “**670W DIR Adj**” în așa fel încât să se citească pe scala “**HIGH power**” aceeași valoare care a fost citită și pe scala de “**LOW power**”, adică valoarea re-iesită din calcule.

Se comută din nou pe scala “**LOW Power**”. Se comută pe meniul “**DIR/REF analogic**”. Se ia o rezistență de 10kΩ și se atasează la un fir care vine de la borna de 5V de pe placă. Se conectează capatul ramă liber la intrările **DIR** respectiv **REF**, împreună, de la atenuator. Imediat se va observa o deviație de semnal pe bargrafurile de pe ambele domenii **Dir/Ref**, și totodată se va citi o valoare analogică. Se va

ajusta semireglabilul “680W REF Adj” pana valoarea citita pe “Ref” va fi exact aceeași ca și valoarea citita pe “Dir”.

ATENȚIE! Nu mai umblati la semireglabilul, deja reglat anterior “170W DIR Adj”.

Se trece pe domeniul “HIGH Power” ramanand mai departe pe meniul “DIR/REF analogic”

Se muta firul de la cosa de 5V pe cosa de intrare de 12 sau 9V. Celalalt capat al rezistentei de 10KΩ va ramane mai departe acolo pe intrările Dir/Ref ale atenuatorului. De data aceasta valoarea afisata pe bargraf si analogic va fi mai mare. Se va ajusta semireglabilul “680W REF Adj” pana valoarea citita pe “Ref” va fi aceeași cu valoarea de pe “Dir”.

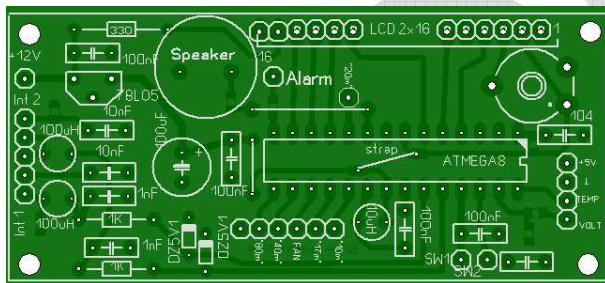
ATENȚIE! Nu mai umblati la semireglabilul, deja reglat anterior “680W DIR Adj”

Cu aceste reglaje calibrarea aparatului a luat sfarsit si puteti sa-l folositi fara probleme. Se va scoate firul suplimentar cu rezistenta si se va pune capacul aparatului.

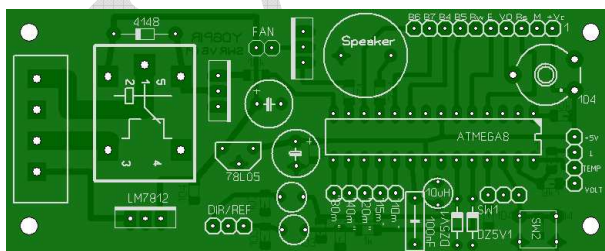
Am facut calibrarea astfel, si am comparat citirea aparatului meu cu un power-metru profesional de la Sommerkamp SK-M2120A. Diferentele au fost de maxim 5W între aparate !

Se va avea în vedere modificarea traseului de pe terminalul 20 al uC-ului, care este ADC-ref. Acesta era conectat înainte pe cablajul vechi la bara de 5V. Acum se va lasa ne-conectat, doar se va cupla un condensator de 100nF între terminal si masa. Restul va ramane ne-schimbata. Aparatul se poate folosi pe toate versiunile de cablaj imprimat de la SWR-metrele anterioare: Ver5, Ver6, Ver7.

Cei care doresc sa foloseasca optiunea de BACKLIGHT automat trebuie sa confectioneze circuitul de comanda cu tranzistor in exteriorul cablajului imprimat. Circuitul de comanda al luminii de fundal al LCD-ului, aprinde lumina la orice apasare a butonului sau la sesizarea semnalului pe intrare si mentine iluminarea timp de 25 secunde apoi o stinge automat. Ciclul se reia la oricare conditie sesizata. Daca nu se doreste folosirea acestei functii nu se va conecta tranzistorul de BKL.



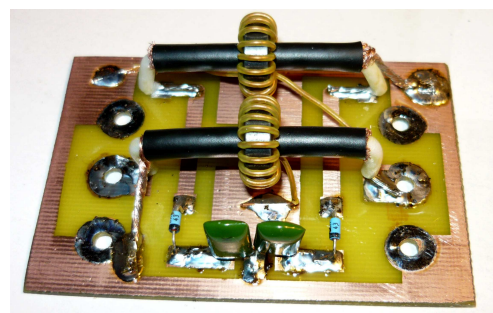
PCB ver.5 sau ver.7 la care LCD-ul se cupleaza la port.D in ordine de la PD.2-PD.7 iar Speaker = PB.6 si Backlight = PB.7



PCB ver.6 la care LCD se cupleaza la PD.2, PD.3, PB.6, PD.4, PB.7, PD.6, Speaker = PD.5 si Backlight = PD.7



Modul atenuator



Cuplorul de antena

Imagine de ansamblu a aparatului:

