

Arduino UNO måler dBm... endnu en gang...

Efteråret 2016
Af OZ6YM, Palle A. Andersen

I OZ fra april 2016 fortalte jeg om, at ARDUINO UNO kan måle dBm, mWATT, dBmVolt og rms mVolt, og hen over foråret og sommeren, har jeg eksperimenteret en hel del, og fundet, at det er upraktisk med et målehovede, som er indbygget i en kasse. Der bliver for lange ledninger som medfører tab og unøjagtigheder. Desuden havde jeg nogen besvær med, at få det analoge instrument til at følge den digitale udlæsning.

Jeg har da gjort mig overvejelser, om nu dette emne kunne tåle, at blive vendt endnu en gang i OZ, og med de eksperimenter, som jeg har foretaget hen over foråret og sommeren, er jeg blevet enig med mig selv om, at det nok er nødvendigt.

Som projekt består det nu af et printudlagt **kontroller** print med ARDUINO ATmega328P, med display, spændingsregulering og analoge meter justering. Printet har samme størrelse som displayet, et standard 4 linjer x 20 karakterer, og kan monteres bag på displayet. Hertil kommer en **løs probe**, som vises efterfølgende.

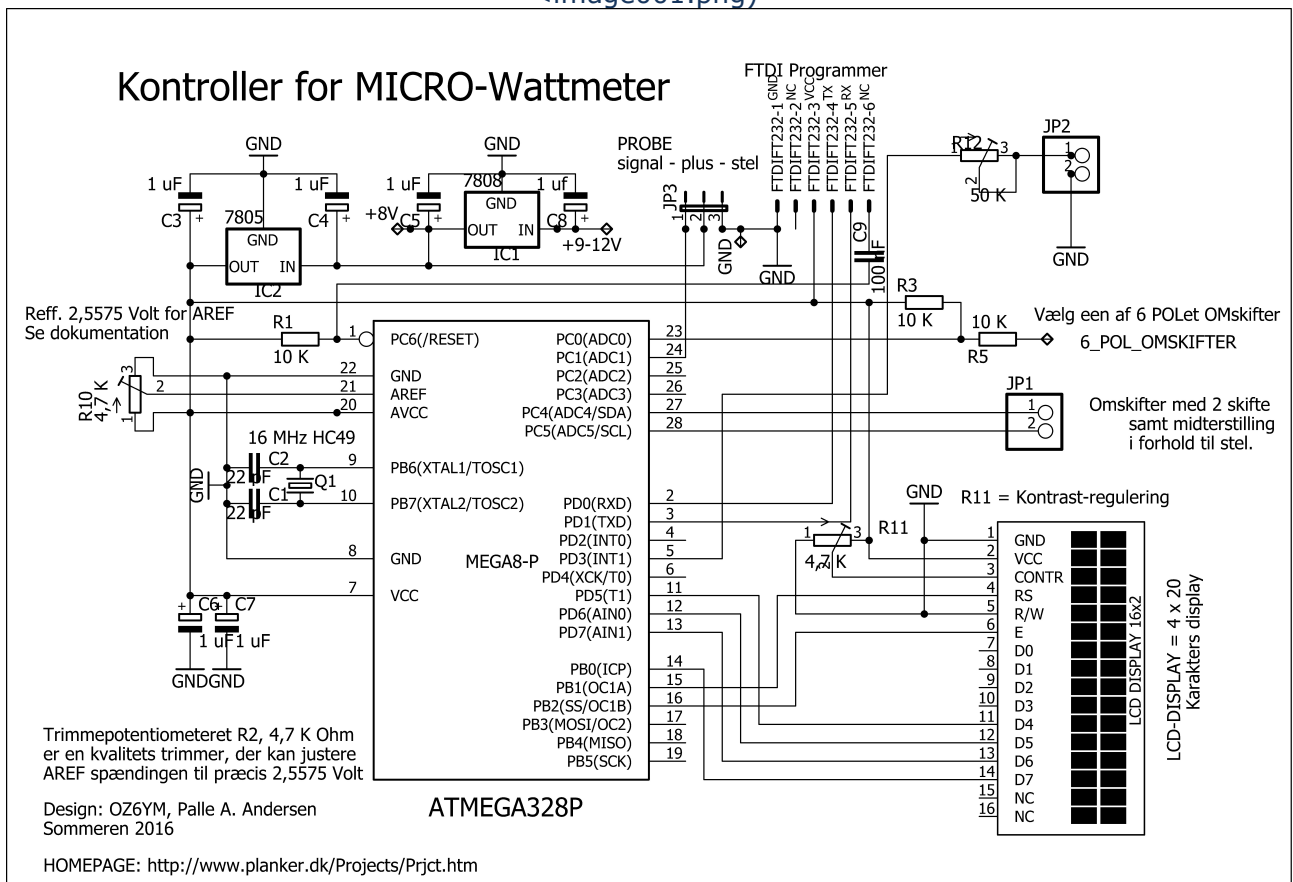
Vær klar over, at man sagtens kan bruge en Arduino Uno V3 i stedet for kontrolleren, beskrevet herunder.

Spændingen der tilføres er + 12 Volt med et totalforbrug på knapt 45 mA, incl. den udvendige probe..

Kontrolleren

Diagrammet til kontrolleren ser således ud:

<image001.png>



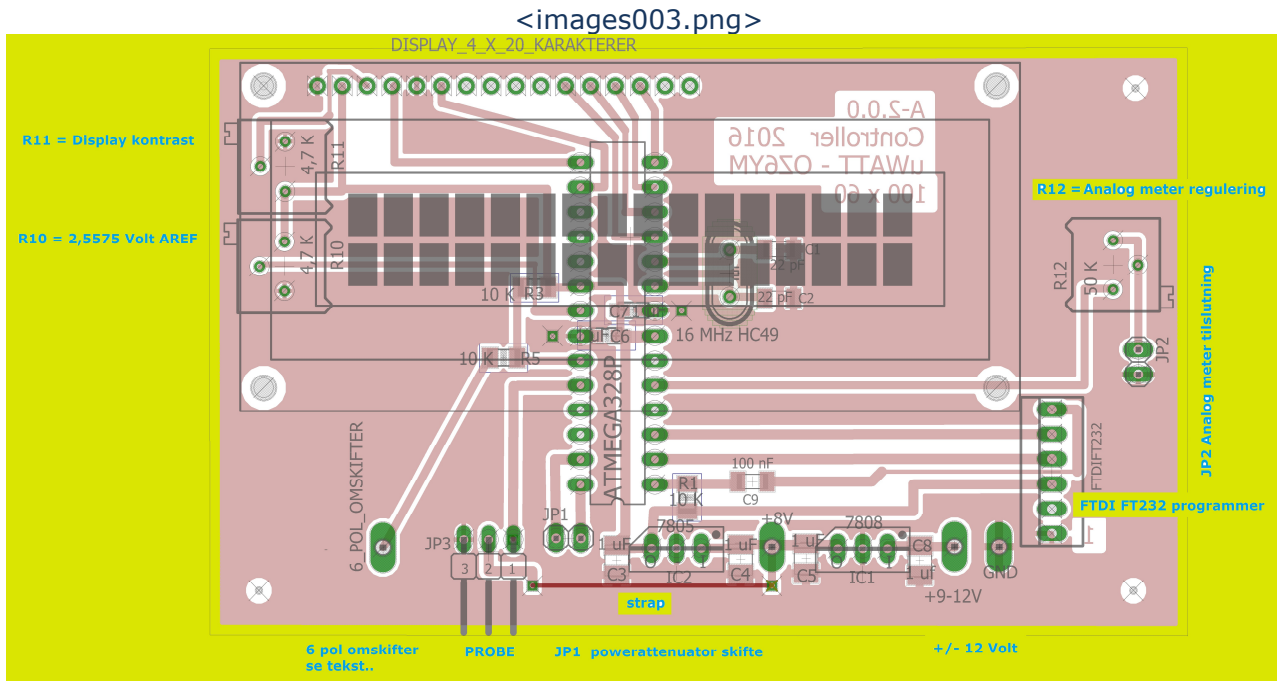
Egentlig er der ikke den store forskel i forhold til diagrammet i OZ April,2016, blot ses, at spændingsforsyningen er stabiliseret 2 gange. Først til 8 volt, og derefter til 5 volt. Desuden er LM358 nu væk idet processoren har overtaget dette arbejde, og blot et potentiometer justerer det analoge instrument

Den dobbelte stabilisering af spændingen til processor er nødvendig, fordi den tidligere benyttede stabile zener AD1403, viste sig ikke at være helt så heldig valgt, som forudset, da

den afgivne spænding på 2,5000 volt, gav begrænsning for ADC – Atmega328p's analoge til digitale konverter, idet spændingen der blev målt på, og som blev leveret af AD8307, den logaritmiske forstærker, kunne antage værdier, som lå lidt højere.

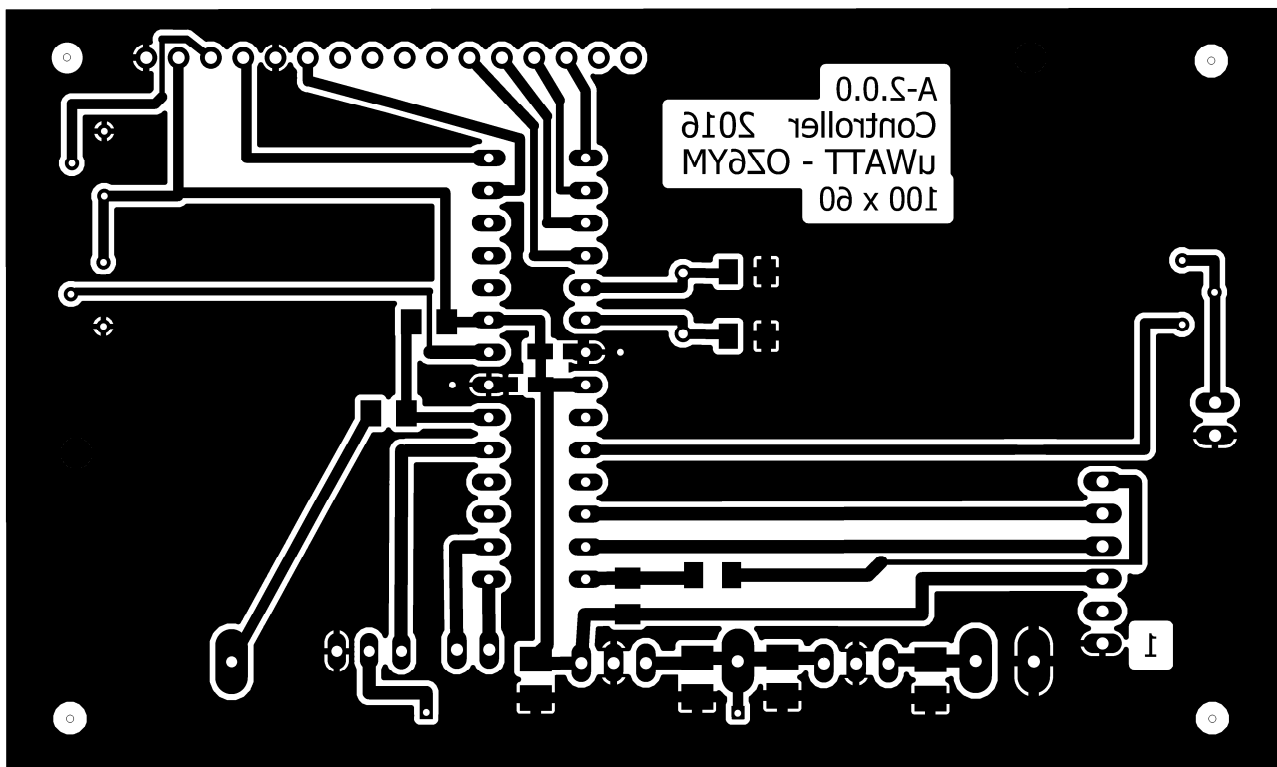
Dette er nu ændret tilbage til en potentiometer-løsning og med den dobbelte spændingsregulering, er der opnået et stabilt og sikkert resultat, når blot potentiometeret er af en type der ikke har ligget i rodekassen, men er af en rimelig god kvalitet.

Printudlæg til Kontrolleren set fra komponentsiden, bortset fra SMD-komponenter, der monteres på kobber-siden:



Printet set fra oversiden, den side der vender mod displayet - størrelse 100 x 60 m.m.:

<images005.png>



Displayet er et 4 x 20 karakters display, med en HAN-pinheader monteret. Dette kan således stikkes i en HUN-header, som monteres på kontrollerprintet.

Bemærkninger til Kontrolleren

AREF potentiometeret R10 justeres til præcis 2,5575 volt.

Justering af AREF til 2,5575 Volt

Referancespændingen til AREF genereres af et 10 turns, 4,7 K Ohm's kvalitets trimmepotentiometer, monteret mellem GND og den dobbelt stabiliserede spænding, + 5 volt, og midterbenet lagt til AREF, som justeres til 2,5575 Volt.

Har man ikke et præcisions OHMmeter med mindst 4 decimaler, kan man aktivere en udskrivningslinje i programkoden, som udskriver det læste tal fra AD8307 på førstelinje i poss.16. Linjen til udskrivning ligger i rutinen: `void omregn_dBm()`, og består af 3 linjer.

```
lcd.setCursor(16,0); lcd.print(" "); // sletter det forrige resultat
// lcd.setCursor(16,0); lcd.print(val1); // udskriv værdien til meteret
// lcd.setCursor(16,0); lcd.print(AD_data); // udskriv læst værdi fra AD8307
```

Der vælges én af de to nederste linjer, som aktiveres ved at fjerne de 2 foreste "//" i linjen.

Med den nederste linje valgt, justeres potentiometeret således, at ved MAX input fra en tilsluttet signalgenerator, (min generator gav +18 dbm,) skrives der i displayet **1020**, men vigtigst er, at **NULL-dBm** udskrives med tallet **832**, og øvrige efter nedenstående tabel. Husk, at de-aktivere udskrivningen efter justeringen.

Ny rutine til beregning af dBm:

```
dBm = map(AD_data,72,1023,-730,180);
```

AD_data = det indlæste tal fra AD8307.
72 = er det mindste tal, som AD8307 kan levere i denne opstilling. (**val1**)
1023 = MAX opløsning af den analoge indgang.
-730 = divideret med 10, er MIN udlæsning i dBm på display ~ -73 dBm
180 = divideret med 10, er MAX udlæsning i dBm på display ~ +18 dBm

Det geniale i AD8307 ligger i, at den er utrolig lineær, og man kan regne temmelig sikkert med, at den holder hvad den lover, nemlig en opløsning på 25 mVolt pr dBm, og den er billig.

FEATURES

Complete multistage logarithmic amplifier

92 dB dynamic range: -75 dBm to +17 dBm to -90 dBm

using matching network

Dermed ligger det lige til højrebent, at ATmega328p's analoge input giver en opløsning fra 0 - 1023, og at få dette til at falde sammen med AD8307's opløsning.

Dette kan gøres ved at justere AREF-spændingen.

```
0.0025 = 0.1 dBm,
1023 * 0.0025 = 2.5575, den spænding AREF skal justeres til.
```

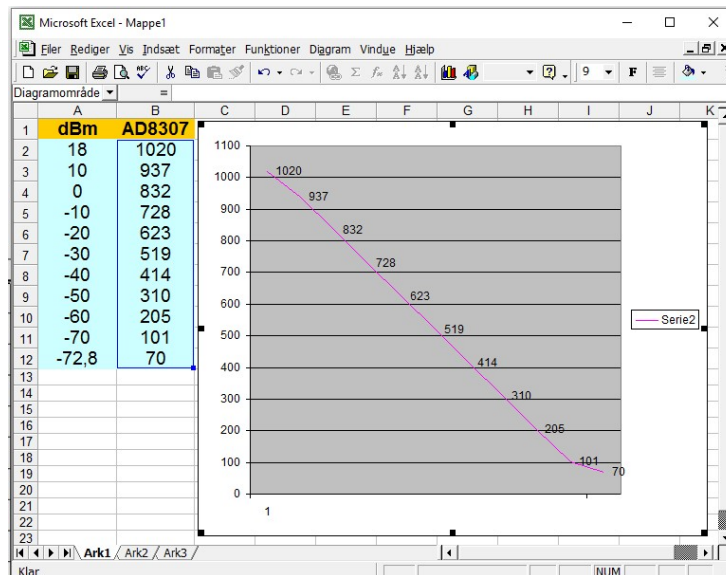
og så er der sammenfald med 0,1 dBm's opløsning på displayet.

Se Referencen sidst i artiklen for resten af koden.

Det analoge måleinstrument

Under mine eksperimenter, slog det mig pludselig, at jeg kunne undvære den analoge meterforstærker LM358, og blot lade processoren vise resultatet af målingen, netop ved at fastholde idéen med AD8307's utrolige sikre skalering.

Derfor blev det til, at da ATmega328p's mulighed for, at sende et analogt signal ud på en port, med en opløsning på 255 som MAX, og den digitale udlæsning er 1024, altså 255×4 , så kunne jeg blot dele AD8307's signal med 4 og sende det til en port, som styrer det analoge instrument.



Af ovenstående EXCEL-ark ses AD8307's linearitet i denne konstruktion. Der er en ubetydelig falden af helt i toppen, og også i bunden ses noget. Resten viser meget fin linearitet.

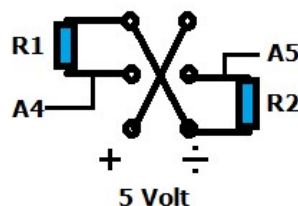
POWERTAP

Der er tilføjet yderligere 2 funktioner, powertap og frekvenskompensation.

En funktion til at regulere udskrivning på display og analog meter (200 uA), hvis der monteres en POWERTAP på -40 eller -60 dBm.

En dobbelt omskifter med neutral midterstilling monteres således:

<images007.png>



R1 og R2 = 10 K Ohm. A4 og A5 tilsluttet JP1 på printet, og +5 Volt og minus, som vist.

Omskifteren vil i sin midterstilling vise **NORMALT** fra -70 til +18 dBm.

I den ene yderstilling vil der blive fratrukket 40 dBm, og i den anden yderstilling vil der blive fratrukket 60 dBm i softwaren. Det betyder, at med en -40 dBm powertap indkoblet, vil NORMAL 0 dBm blive flyttet til -40 dBm, både på den digitale udskrivning men også på det analoge meter.

Disse powertap's er tidligere lavet som klubprojekt i EDR Fr.sund, og er derfor brugt som udgangspunkt. Har du en anden powertap, har du mulighed for selv at tilrette programmet.

Der var ikke plads til yderligere en skala for de 60 dB, så den er ikke med på den analoge meter-skala, men der må den enkelte selv trække yderligere 20 dB fra, men den digitale skala vil passe. Lidt anderledes er det med den analoge skala.

Hvis der på skalaen er plads til at kompensere for en -40 eller -60 dBm's powertab, vil det blive vist, ellers ikke. Dette skyldes, at "analogWrite" kun kan udskrive tal mellem 0 og 255, og hvis man i forvejen viser et svagt signal, f. eks. -50 dBm, vil man ikke få et brugbart resultat af, at vise -50 + (-40) dBm, da instrumentet ikke kan vise - 90 dBm.

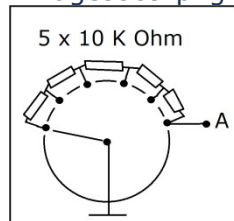
Frekvenskompensation

En funktion til kompensation for misvisning ved stigende frekvens.

Denne kompensation sætter fejlvisning til mindre end 0,5 dB i frekvensområdet 0 til 525 MHz, kalibreret med EDR Fr.sund's målesender, en HP8648, ved 0 dBm.

En 6 polet omskifter forbindes i den ene ende til stel, med en 10 K Ohm's modstand mellem de 6 poler, som vist herunder, og den sidste pol "A" forbindes til controllerprintet, markeret nederste venstre side af billedet af komponentplaceringen.

<images009.png>



På printet er det pin A0, og den læses med følgende rutine i softwaren:

```
//*****  
// Kompensation for skiftende frekvens-område  
//*****  
void Kompensation()  
{  
  val = analogRead(analogPin);    // Læs den ANALOGE input pin  
  nyval = int(val/10);           // her vil værdien 483 f. eks. blive 48  
  
  // LCDPrint(nyval,15,0);  
  switch(nyval) {  
    case 48: Komp = 0.3; break;    // 0 - 50 MHz, Kompensationsværdi = 0.3 dBm  
    case 65: Komp = 0.7; break;    // 50 - 100 MHz  
    case 74: Komp = 1.2; break;    // 100 - 250 MHz  
    case 79: Komp = 1.8; break;    // 250 - 350 MHz  
    case 82: Komp = 1.8; break;    // 350 - 450 MHz  
    case 85: Komp = 1.0; break;    // 450 - 525 MHz  
  }  
}
```

Også her har man mulighed for, at aktivere en udskrivningslinje, den røde, som udskriver det tal, der repræsenterer omskifterens stilling, hvis man har valgt en anden modstandsværdi - tallene ses herover som **CASE-TALLENE**. Det er også i denne rutine du kan ændre på kompensationsværdien, hvis der skulle være en forskel mellem min probe og den du har lavet.

I programmet ses: `nyval = int(val/10);` som deler tallet der læses, med 10, og smider decimaldelen væk. Dette vil forhindre, at tallet, som læses i LOOP, vil stå og flimre på sidste ciffer.

Således sættes "Komp" til en værdi, der tillægges "dBm", afhængigt af det frekvensområde man har valgt med omskifteren, og på den måde er jeg endt med under en halv db's fejlvisning over hele området op til 500-600 MHz.

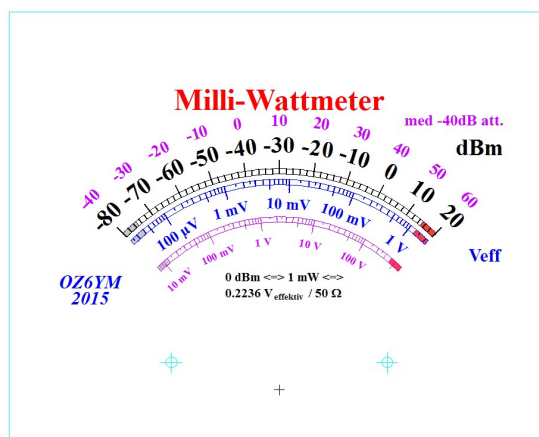
Den analoge meter-skala

Skalaen på Milli-Watt-meteret. Vær opmærksom på, at **dBm-skalaen er LINEAR**, og ikke logaritmisk på viserinstrumentets skala.

Dette skyldes jo det forhold, at AD8307 tager sig af alt det der logaritmiske, så det ser vi ikke.

Skalaulæsningen har en **dBm**-skala = **NORMAL**, men også en **Volt_effektiv værdiskala**. Denne sidste, kan dog kun aflæses korrekt i NORMAL-stilling, og ikke ved indskydning af f. eks. en -40 dB's POWERTAB.

<MILLIWATTmeter.png>



Ovenviste skala er lavet med det franske program **GALVA**, skrevet af **F5BU** – se referancer..

DATA-filen til denne skala kan hentes her fra min hjemmeside, se referancer - Filens efternavn .TXT ændres til .DAT. Tryk på LINKET, og kopier teksten over i en file under GALVA, og giv den et navn, f.eks. **xxx.dat**.

Under referancer er der en LINK til demonstration af lineariteten af den digitale udskrivning sammenholdt med den analoge skala.

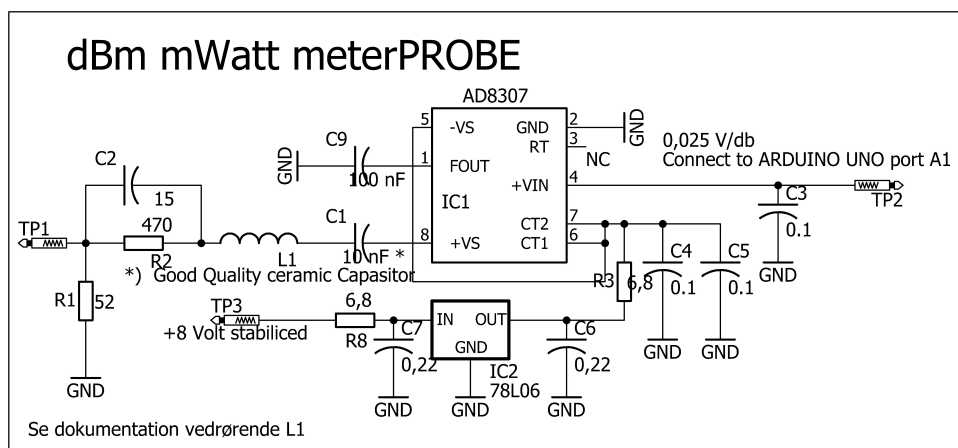
Her er en LINK (**DEMOLINK**) af tilslutningen via en hjemmelavet POWERTAB til dommyload og styret af en IC 756 Pro 2.

Den løse probe

Proben laves efter tegningerne herunder.

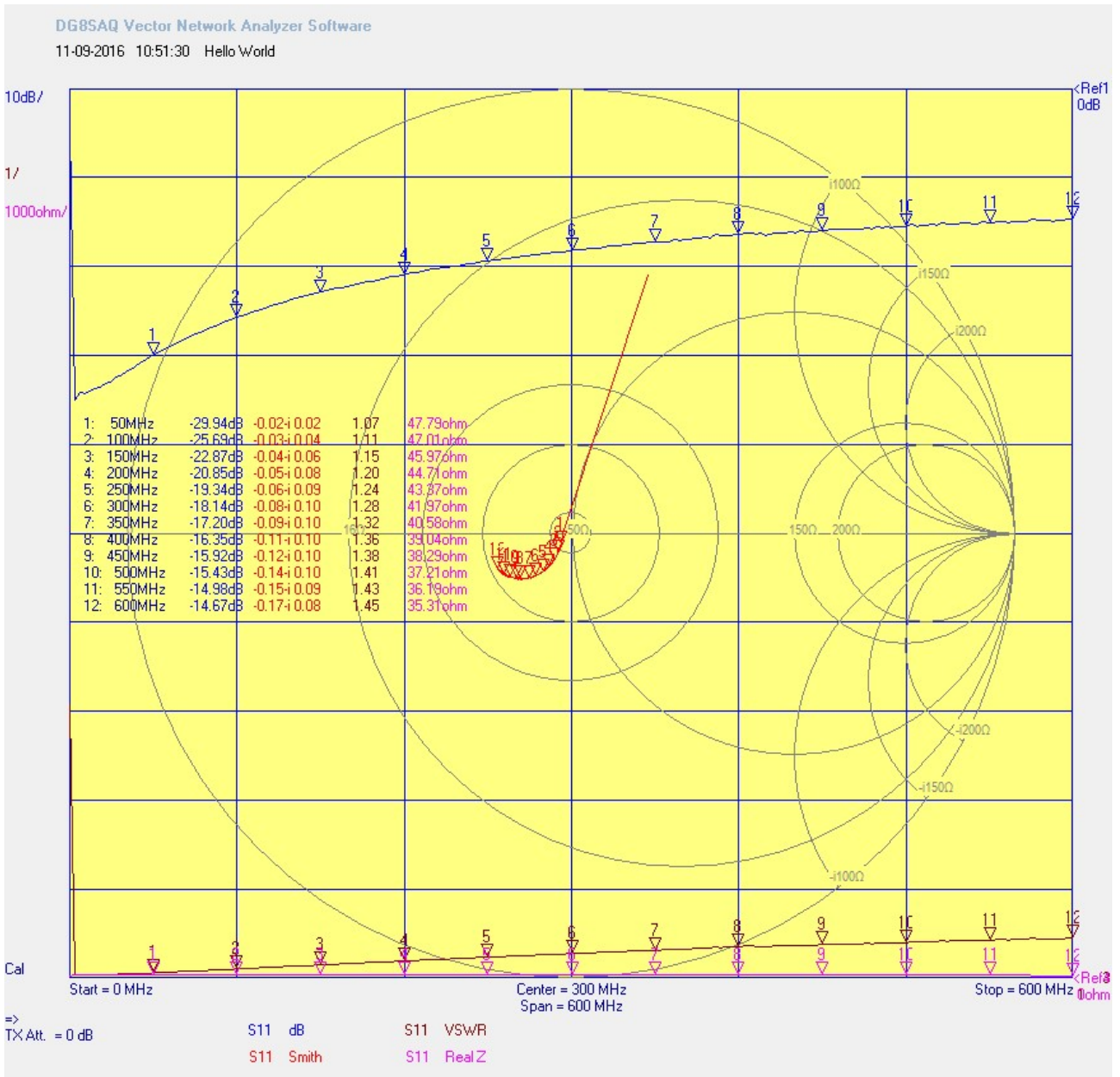
TP1 er probe-spids, TP2 er output fra AD8307, og TP3 er tilslutning til + 8 Volt, som alle kommer fra kontroller-printet.

<images011.png>



Her er designet tilpasset en "HF-komponentboks BNC, 66 CB-35-0-1, Huber+Suhner", som jeg har erhvervet fra en anden radioamatør. Den kan købes hos ELFA Distrelec, med ovennævnte betegnelse. Prisen er som andre Suhner-produkter, i den dyre ende, p.t. 230 kr..

<images027.png>

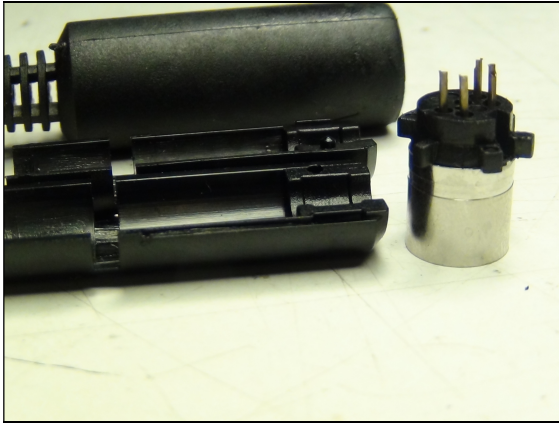


Vær opmærksom på, at alle komponenter med undtagelsen af regulatoren LM78L05, er placeret på print-siden som overflademontage, også AD8307, med ben 1 til det, med rødt markerede ben, og dens stelben loddes på begge sider af printet.

Forbindelsen ud af proben er udført med indmaden fra et hunstik af "mussetypen", med 4 ben. Bagenden af komponentboksen er boret op, således at hunstikket lige præcis går stramt gennem hullet, uden anden befæstelse.

En ledning med skærm som stel, af passende længde, 1,5 – 2 meter, med et DIN han-stik, med beskrining, udgør forbindelsen til mWattmeteret, som er forsynet med en tilsvarende 4-polet DIN hun-stik til chassismontage.

<images027.png>



<images029.png>



Og til slut et parbillede af det færdige mWatt-meter.

<images031.png>



<DSC00725.jpg>



Referencer:

Software kan downloades som tekst-file her:

<http://www.planker.dk/Projects/Arduino/AD8307/dBm-Maalehoved.txt>

Marker hele filen, kopier og indsæt i ARDUINO IDE, kør en kompilering og du er næsten kørende.

DEMO-video af den analoge skala's kalibrering kan ses her:

<https://www.youtube.com/watch?v=tVEvaMEXMIs>

Probe-boxen kan købes her:

<http://www.elfadistelec.dk/en/hf-component-box-bnc-huber-suhner-66-cb-35/p/14644896>

God fornøjelse, de OZ6YM, Palle