

Teknisk beskrivelse af Autotuner

ATU-100 Udvidet PCB

af N7DDC.

Opmærksomhed ! Der er ingen begrænsninger og forbud mod brugen af dette materiale til noget formål såvel som alt relateret materiale, hvis forfatter er N7DDC.

Opmærksomhed! Oplysninger, der er offentliggjort i dette dokument, gælder kun, når du bruger en enhed med firmwareversion **3.0**. Hvis du ikke kan finde ud af, hvilken softwareversion, der bruges, skal du opdatere til firmwareversion 3.0 vha. et programmerings program for at sikre, at oplysningerne fra beskrivelsen matcher enhedens egenskaber.

Du kan downloade den nyeste version af firmware, PCB-Gerber filer, diagram og dokumentation her:

https://github.com/Dfinitiski/N7DDC-ATU-100-mini-and-extended-boards/tree/master/ATU_100_EXT_board

Diagram i editor:

<https://easyeda.com/rolin791/atu-100-7x7>

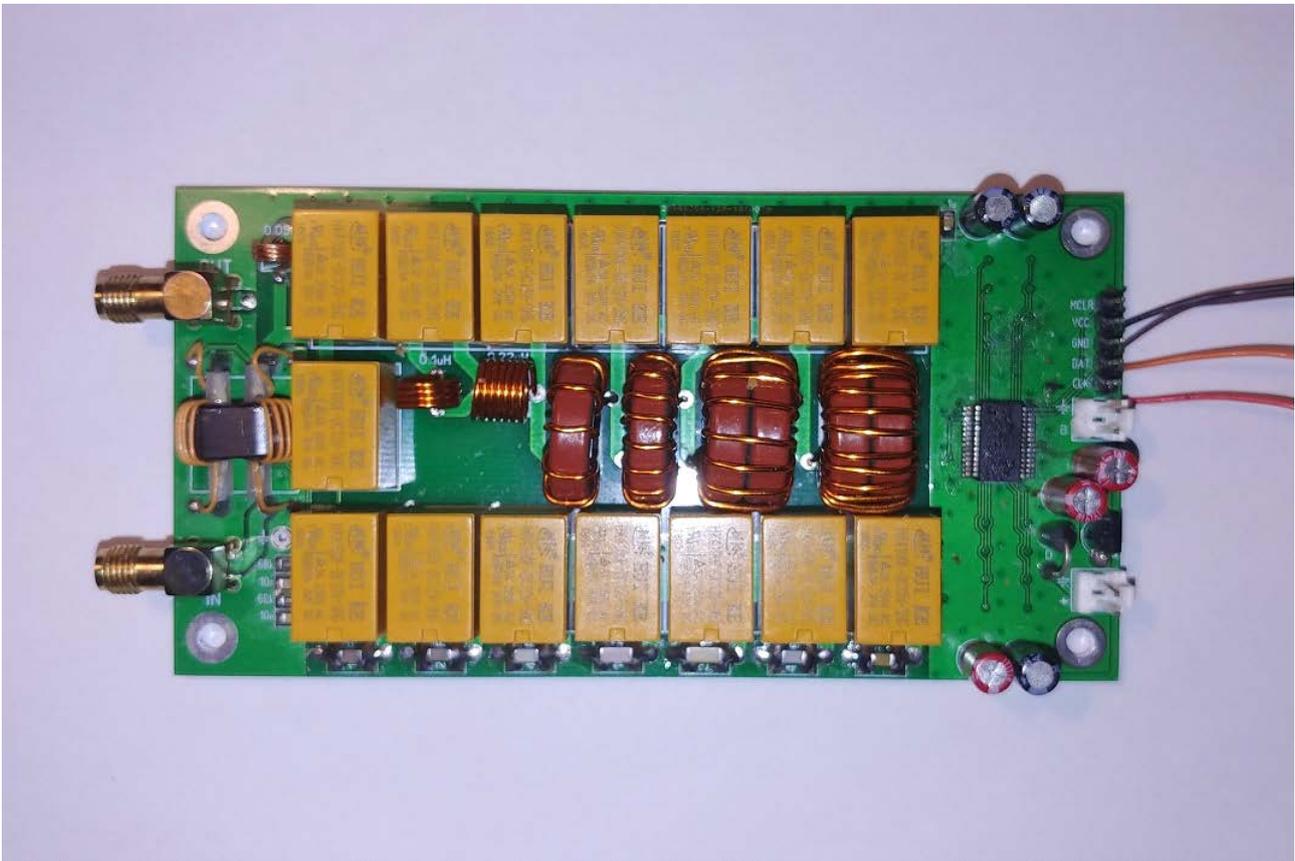
Formål

Enheden er beregnet til brug som et element i amatørradioudstyr, som en del af PA trin eller transceivere, eller som en separat enhed, der udfører funktionen til at matche output-impedansen af effektforstærkere (PA) med antenne.

I modsætning til **mini-kortet**, kan denne enhed indeholde et sæt fra 5 til 7 induktanser og fra 5 til 7 kondensatorer, som tillader (i den maksimale konfiguration) at arbejde effektivt i et bredt frekvensbånd, hvor overlappende radioamatørfrekvenser "HF" spænder fra 1,8 MHz til 50 MHz.

De talrige indstillinger af algoritmen, der er tilgængelige for brugeren, tillader brugen af en mikroprocessor og et kontrolkredsløb i andre autotunerprojekter i forskellige variationer. Ikke desto mindre er der et grundlæggende skema, som forfatteren følger.

Basismodellen indeholder ifølge forfatteren et sæt af 7 skiftede induktanser med en varierende værdi, fra 0,05 μH til 4,5 μH , et sæt med 7 kondensatorer med en varierende værdi, fra 10 pF til 1 nF. Parametrene, der bruges som standard, garanterer pålidelig drift af enheden i den grundlæggende version og er de vigtigste parametre til test under softwareudvikling af forfatteren. Mange parametre kan ændres af brugeren på egen hånd, hvilket kan ændre enhedens opførsel og endda gøre den ubrugelig. Læs beskrivelsen omhyggeligt, inden du foretager ændringer.



Brug af «basismodel»

Forfatteren antager, at enheden kan bruges i to scenarier: som et ekstra modul som del af en transceiver eller PA trin, eller som en enkeltstående enhed, med eller uden display. Det er ikke nødvendigt at gøre ændringer. Både knappen til manuel start af tuning og udgangen fra styresignalet fra transceiver eller PA trin kan tilsluttes kontrolstik.

En kort påvirkning af kontrollinjen på mindre end 250 ms, hvad enten det er med en knap eller et styresignal, vil få tunerelementerne til at nulstille til deres oprindelige tilstand, når alle induktanser og kapaciteter er slukket. Et længere ophold på styresignalet udløser starten af installationsprocessen. Resultatet af den sidste konfigurationsproces gemmes i enhedens ikke-flygtige hukommelse og gendannes efter sluk og tænd.

Yderligere signaler til bedre integration med eksisterende udstyr kan tages fra RA7- og RA6-mikroprocessorstik. Dette er Tx_request signalet (anmodning om tuning) i direkte og omvendt format. Signalet udstedes af enhedens processor i det tidsinterval, der er nødvendig til tuning, hvor transmitteren skal tilvejebringe en kontinuerlig bærerbølge med passende strøm. Dette kan bruges til at automatisere konfigurationsprocessen, så bruger ikke behøver at udføre yderligere handlinger, undtagen er når man trykker på TUNE-knappen (manuel tuning). Dette er ikke nødvendigt ved ekstern (automatisk tuning), da enheden tillader indstilling med ethvert indgangssignal med tilstrækkelig effekt, hvad enten det er tale, moduleret med et RF-signal af enhver type modulering, telegrafiske pakker og endda et støjlignende signal. Tuningen stopper, når indgangssignalet er lavt og genoptages. Det vil sige, at indstillingen kan ske direkte i udstyrets normale drift.

For pålidelig betjening af enheden tilrådes det imidlertid at bruge dette signal til at reducere transmitterens signalstyrke til at være sikker for enhedsværdierne lagres under tuning, for eksempel ved at arbejde på ALC-sløjfen.

Tx_request-signalet kan også bruges til at tilslutte en LED der vil indikere aktiviteten af justeringsprocessen i tilfælde af, at brug af LCD-display er uønsket eller umulig.

DISPLAY

Generelt kan enheden bruges uden display, hvor du til overvågning af tunerens drift f.eks. kan bruge skalaen på SWR-meter indbygget i transceiver eller separat SWR-meter. Når du bruger autotuneren som en separat enhed i dit eget tilfælde, ville det naturligvis være meget praktisk at have dit eget display til overvågning af betjeningen, hvilket giver dig mulighed for brug på forskellige måder.

Den nemmeste måde er at forbinde en tofarvet rødgrøn LED med en fælles anode til stifterne på stikket til programmering af processoren. For at denne visningsmetode kan fungere, skal du ændre nogle af standardværdierne, som vil blive diskuteret senere. De almindelige anoder skal tilsluttes VCC-stiften på stikket (+5 V strøm), katoden i den grønne LED gennem den strømbegrænsende modstand til stiften CLK på stikket, katoden af den røde LED gennem den strømbegrænsende modstand til DAT-stikket. Således vil LED være i stand til at generere tre farver, grøn, orange og rød, afhængigt af SWR i den transmissions linje, som tunerens er tilsluttet til.

Ved **Grøn** farve er der tale om et SWR på mindre end **1,5**, **Orange** - mindre end **2,5** og **Rød** ved SWR mere end **2,5**. Lysdioden slukker ved start af tuning og lyser straks efter dens færdiggørelse.

Meget mere information om betjening af tunerens, kan vises ved at tilslutte et standard to-line 1602 LCD display til stikket til programmering. Du har så brug for et lille I2C-interfacekort for at konvertere den parallelle LCD-kontrolkode til en I2C-seriel bus. Disse displays er meget anvendte, da de bruger PCF8574T-chippen og har en adgangsadresse på adresse 00 værdi 4E. Dette er displayet, som forfatteren bruger som standard, og standard firmware er allerede konfigureret til at arbejde med et sådan display. Nogle I2C-interfacekort bruger PCF8574-chips med et "AT", og de har en anden adresse adresse 00 værdi 7E. De kan også bruges ved at specificere den ønskede adresse (som vil blive beskrevet senere).

Stifterne på programmeringsstikket, når LCD 'et er tilsluttet, bruges til det tilsigtede formål, VCC er 5 Volt strømforsyning, GND er jord, DAT og CLK er henholdsvis data og klok linjer.



Den venstre side af displayet viser **OUTPUT** og **SWR**. Hvis peak detektortilstand bruges, til at måle transmitterens output, når man bruger forskellige typer modulation.

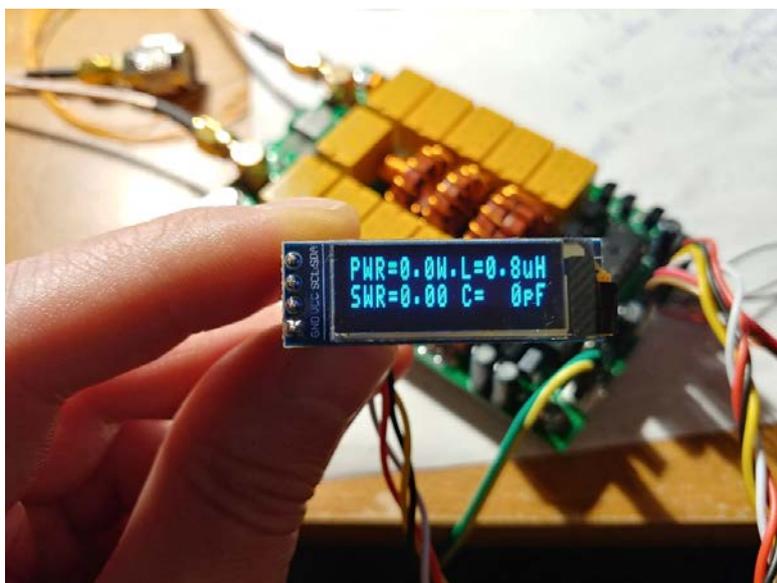
Den højre side viser induktans- og kapacitetsværdierne, der er indstillet af enheden som et resultat af den sidste tuningsproces. Indikation vises i den første og anden linje, og indikationerne L og C kan byttes. Dette bruges til at vise forbindelsespunktet for kondensatorer i henhold til det klassiske L-formskema. Så hvis induktansen er på den øverste linje, antages det, at kondensatoren til tuneren er forbundet derpå, det vil sige til udgangen. Hvis induktansværdien vises på bundlinjen under kapacitansværdien, er kapacitansen forbundet før induktans, dvs. til input.

Displayet kan også kort vise nogle data, der forklarer de aktuelle driftsformer for enheden. Disse er TUNE, RESET, OVERLOAD (når der bruges et signal med en effekt på mere end 150 watt til enheden).

For at reducere enhedens størrelse er det muligt at tilslutte små størrelser OLED-display, der bruger de samme I2C-bus signal.

Dette er monokrome OLED-skærme med en SSD1306-controller og med en opløsning på 128x32 pixels med en diagonal på 2.311 cm, med en opløsning på 128x64 pixels med mål på 2.43 og 3.30 mm. Disse displays forbindes på samme måde, men for at de kan fungere korrekt, skal firmwareparametrene ændres (beskrives senere).

Displayet på 128 x 32-skærm ligner almindelig 1602-skærm, men dens dimensioner er mindre.

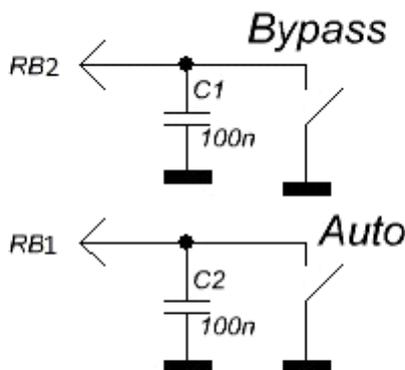


Displayet på 128 * 64-skærme ser lidt anderledes ud i fire rækker og med større tegn.



Ekstra betjenings knapper (SPTS – NO) funktion

Tuneren giver dig mulighed for at tilslutte to ekstra knapper, der udvider den grundlæggende funktionalitet. Dette er **Bypass**-knap og **Auto**-knap. Knapperne er forbundet henholdsvis til RB1- og RB2-processorens porte. Det anbefales at bruge porte blokeret af kondensatorer for at undgå interferens, hvilket kan hindre processorens drift.



Ved at trykke på **Bypass**-knappen foretages en midlertidig nedlukning af alle kapaciteter og induktanser på signal linje fra input til output. Denne tilstand har den tilsvarende indikation på LCD-displayet i form af en understregning. Hvis Auto-tilstand er aktiveret, stoppes dens funktion midlertidigt, mens bypass tilstanden er i kraft. Hvis du trykker på knappen igen, slukker du Bypass-tilstand, og tuneren tilslutter igen kapacitanserne og induktanserne, der blev installeret i slutningen af den sidste tuningsproces. Auto-tilstand genoptages også, hvis den tidligere er blevet aktiveret.

Ved at trykke på **Auto**-knappen aktiveres den automatiske tilstand af tuneren, der vises på displayet som et punkttegn. Enheden husker at tænde for den automatiske tilstand og forbliver i denne modus, selv efter at der er slukket for strømmen, tilstanden slukkes ved igen at trykke på **Auto**-knappen. Automatisk tilstand kan også aktiveres ved at ændre parametre under installationen af firmware (vil blive beskrevet senere).

Automatisk tilstand

Den automatiske driftstilstand giver en unik mulighed for brugeren til at bruge tuneren uden at skulle trykke på knapper og tilslutte et eksternt kontrolsignal. Tuneren kan designes uden knapper, uden display og udfører samtidig sin funktion af at matche antenne impedans.

Algoritmen bruger følgende: hvis den aktuelle SWR overstiger 1,3 og den er ændret til (1,3 - 1) i forhold til den værdi, der er registreret efter den forrige tunings proces, aktiveres tunings tilstanden. Normalt er denne betingelse let opfyldt, når båndene skifter, hvilket medfører en øjeblikkelig udløsning af en ny tuning proces.

Om nødvendigt kan tærskelværdien for tuning ændres ved at ændre parametrene under installationen af firmware (beskrevet senere).

Test informationer

Tuneren har flere specielle test, der er designet til at lette processen med montering, fejlfinding eller fejlretning.

Når der tilsluttes strøm til tuneren, med alle tre tryk knapper aktiveret **Tune**, **Bypass** og **Auto**, aktiveres testtilstand. I denne tilstand leverer tuneren strøm til alle relæer, som giver dig mulighed for hurtigt at identificere fejl, der er forbundet med transistorer eller lodde fejl.

Når der tilsluttes strøm til tuneren med **Bypass**- og **Auto-knapperne** aktiveret, går tuneren i den enkle testtilstand. I denne tilstand kan du manuelt, trin for trin, bruge tasten **Bypass** og **Auto** knapper til at ændre værdien på kapacitet eller induktans. Et langt tryk på **Tune**-knappen giver dig mulighed for at vælge, hvilke elementer der skal flyttes i øjeblikket, og et kort tryk ændrer kondensatorens forbindelsespunkt. I denne tilstand er det muligt at måle indgangseffekt og SWR i transmissionslinjen. Hele processen ledsages af en klar indikering i display.

Eventuelle opsæt ændringer

Mikroprocessoren og dens software giver dig mulighed for at kontrollere en serie fra 5 til 7 induktanser og fra 5 til 7 kapaciteter, med et lineært stigende trin eller u-lineært. Komponentvurderinger kan være vilkårlige, deres værdier kan specificeres i firmwareparametrene under processor-programmering for korrekt visning af værdierne på displayet.

Når du vælger antallet af elementer, der er mindre end det maksimale (7), fungerer de nederste bit af kontrolbussen.

Forkert konfiguration af firmwaren eller fejl i rækkefølgen af kontrolementer kan føre til fejl under opsætningen eller til den komplet manglende evne til at konfigurere. På samme tid kan en nøjagtig indikation af værdierne kun påvirke nøjagtigheden af deres visning på displayet, men ikke funktionen af tuningsalgoritmen.

Tekniske egenskaber

«Basismodel»

Området for tilladte forsyningsspændinger: 10 - 15 V DC

Maksimalt strømforbrug: 400 mA *

Maksimal arbejdsgegenstand: 100 watt

Maksimal mulig målt effekt: 150 watt

Minimum krævet styrke for at starte tuning: 5 watt **

Den mindst mulige målte effekt: 0,1 watt

Måletrin ved effekt op til 10 watt: 0,1 watt

Måletrin med effekt over 10 watt: 1 watt

Nøjagtighed af måling af effekt: 10%

Maksimal installeret induktans: 8,53 μ H

Mindste installationstrin for induktans: 0,05 µH

Maksimal installeret kapacitet: 1869 pF

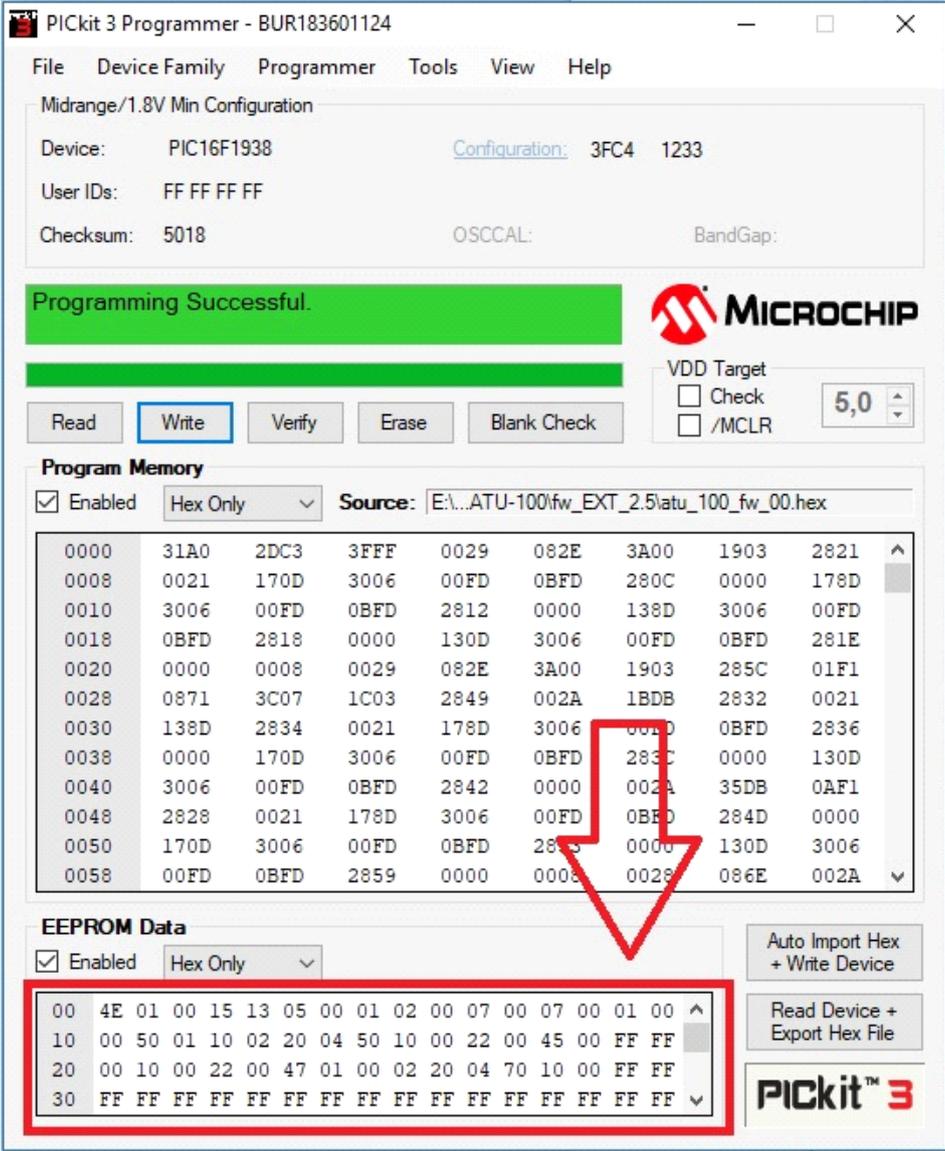
Minimum kapacitet installationstrin: 10 pF

* Typisk forbrug 150-200 mA

** Nogle parametre kan eventuelt ændres.

Ændring af standardindstillinger ”parametre”

Under programmering af mikroprocessoren, udover at skrive direkte til kontrolkoden (programmet) foreslås det at optage et lille antal celler i den programmerbare hukommelse EEPROM. Oplysningerne i disse celler kan ændres af brugeren inden programmering. Under hver start af processoren læses programmet først fra cellerne i langtidshukommelsen for yderligere at bruge disse informationer til arbejdet med hovedprogrammet. Således kan brugeren let ændre mange parametre i Tuneren uden at forstå de meget mere komplekse softwareprocesser.



The screenshot shows the PICkit 3 Programmer interface. The EEPROM Data section is highlighted with a red box, and a red arrow points from it to the Program Memory section.

EEPROM Data

00	4E	01	00	15	13	05	00	01	02	00	07	00	07	00	01	00
10	00	50	01	10	02	20	04	50	10	00	22	00	45	00	FF	FF
20	00	10	00	22	00	47	01	00	02	20	04	70	10	00	FF	FF
30	FF															

Program Memory

0000	31A0	2DC3	3FFF	0029	082E	3A00	1903	2821
0008	0021	170D	3006	00FD	0BFD	280C	0000	178D
0010	3006	00FD	0BFD	2812	0000	138D	3006	00FD
0018	0BFD	2818	0000	130D	3006	00FD	0BFD	281E
0020	0000	0008	0029	082E	3A00	1903	285C	01F1
0028	0871	3C07	1C03	2849	002A	1BDB	2832	0021
0030	138D	2834	0021	178D	3006	00FD	0BFD	2836
0038	0000	170D	3006	00FD	0BFD	283C	0000	130D
0040	3006	00FD	0BFD	2842	0000	002A	35DB	0AF1
0048	2828	0021	178D	3006	00FD	0BFD	284D	0000
0050	170D	3006	00FD	0BFD	2853	0000	130D	3006
0058	00FD	0BFD	2859	0000	0000	0028	086E	002A

Nedenfor beskrives detaljeret alle de markante celler, der bruges i denne version af firmwaren.

Bemærk, at nummereringen af cellerne starter fra nul, og nummereringen er angivet i hexadecimal kode. Nummerering med sådanne regler kaldes "adressering", og cellenummeret i dette format kaldes "cellens adresse". For eksempel er cellen med adressen 10 ikke den tiende celle på datastrengen. Dette vil være den 16. celle. Nedenfor gives kun adresserne på cellerne, da adresseringen bruges i programmet til programmering af processoren.

Dataene i selve cellerne repræsenterer også værdier i hexadecimal kode, for at gøre dette nemmere for brugeren, gøres konverteringen automatisk, så der ikke er behov for at konvertere vores sædvanlige værdier til hexadecimal format. Så for eksempel at registrere effektværdier på 15 watt er det nok at skrive tallet 15 i cellen, og indstille SWR 1.7, skriv bare tallet 17. Læs nøje beskrivelsen og fokuser på standardværdierne.

For nemheds skyld kan firmwaren læses fra mikroprocessoren, skifte hukommelsesceller og skrive tilbage. For at returnere alle værdier til standardværdierne er det nok at load den originale forfatters firmware igen.

00 - I2C-adresseindstillingscelle på det tilsluttede display.

I2Cinterfacekort til display 1602 lavet på PCF8574AT-chippen har værdi - 7E, på chippen med "T" - værdi - 4E. OLED-skærme har normalt værdi - 78 eller 7A. Det er tilladt at registrere enhver adresse i cellen til normal drift med den tilsluttede I2C-enhed. Standardværdien er -4E, der svarer til LCD-skærmen 1602 med et udvidelseskort med PCF8574T-chippen.

01 - celle for at indikere, hvilken type display der er tilsluttet.

En værdi på 00 svarer til en tilsluttet tofarvet LED.

Værdi 01 - 1602 LCD med I2Cinterfacekort.

Værdi 02 - OLED-skærm 128 * 32, 03 - OLED-skærm 128 * 32, et inverteret billede.

Værdi 04 - OLED-skærm 128 * 64, 05 - OLED-skærm 128 * 64, et inverteret billede.

Opmærksomhed! Arbejde med andre skærme end dem, der er beskrevet ovenfor, leveres ikke af tuner.

02 - automatisk aktiveringscelle.

Hvis du planlægger at bruge enheden uden yderligere knapper, kan du aktivere den automatiske tilstand ved at indstille værdien til 01. Standardværdien er 00. Når du aktiverer tilstanden fra knappen, skriver processoren værdien 01 til denne celle, således at huske brugerens valg.

03 - timeout-celle.

Tid efter at have givet et signal til at aktivere eller frigive et relæ. Denne tid inkluderer også den tid, der kræves til at etablere spændingen ved RF-detektorens udgang, efter at relæerne er etableret på de specificerede positioner. Specificeret i millisekunder er standardværdien 15. For kort tid kan forårsage funktionsfejl under tuning.

04 - celle for at stille tærskelværdierne i automatisk tilstand.

Det er optaget i formatet: det første tal er SWR-heltallets del, det andet tal er tiendedele. Standardværdien er 13. Det vil sige, når den automatiske tilstand er aktiveret, vil tuning processen blive udløst, når SWR er over 1.3, og når den skifter til (1.3 - 1).

05 - minimum krævet effekt for at starte opsætningen.

Optaget i formatet: det første antal - tiendedel watt, det andet tal er watt. Standardværdien er 05, det vil sige, at indstillingen kun fungerer ved en indgangseffekt på mindst 5 watt eller derover. For lav værdi kan resultere i utilstrækkelig finjustering.

I højeffektmålingstilstand (celle 30 er aktiveret) indstiller celleværdien 10 gange watt. Det vil sige, den installerede 05 svarer til 50 watt, 12 - 120 watt.

06 - celle for maksimal effekt til sikker tuning.

Hvis indgangseffekten er over denne værdi, udføres tuning ikke, og enheden venter på, at effektniveauet skal indstilles af brugeren. Optaget i samme format. Hvis værdien er 00, udføres den maksimale effektkontrol ikke. Standardværdien er 00.

I måling med høj effekt (celle 30 er aktiveret) indstiller celleværdien 10 gange watt. Det vil sige, at de installerede 10 svarer til 100 watt, 25 til 250 watt.

07 - celle for at indstille rækkerne forskudt

(lodret bevægelse) til OLED-display. Det kan være nødvendigt for nogle displays. Standardværdien er 01.

08 - celle for at indstille forskydningsrækkerne til venstre

(vandret bevæges) for OLED-display. Det kan være nødvendigt for nogle displays. Standardværdien er 02.

09 - celle for at indstille den maksimale første SWR-værdi,

når tuning finder sted. Værdier er specificeret i formatet: det første tal er SWR-heltal, det andet tal er tiendedele. Hvis værdien er 0, udføres kontrollen ikke, og indstillingen fungerer altid. Standardindstillingen er 0.

0A - celle til at indstille antallet af installerede induktanser,

kan være 05, 06 eller 07. Standardværdien er 07.

0B - hvis induktanslinjen har en lineær kurve

skal 01 indtastes i cellen. Standardværdien er 00.

0C - celle for at indstille antallet af installerede kapaciteter,

kan være 05, 06 eller 07. Standardværdien er 07.

0D - hvis kapacitanslinjen har en lineær kurve

skal 01 indtastes i cellen. Standardværdien er 00.

0E - aktiver softwarekorrektion af ikke-linearitet

af dioder i RF-detektor. Det skal være deaktiveret, hvis kredsløbet har en hardwarekorrektion. Standardværdien er 01 (aktiveret).

0F - inverteret induktansstyring.

Denne er nødvendig at tænde, når man bruger et relæ med normalt åbne kontakter til at skifte induktanser. Standardværdien er 00 (deaktiveret).

Fra adresse 10, værdierne for de installerede induktanser.

To celler pr. værdi anvendes, startende med den mindste induktans. Induktanser er skrevet på nanohenry. For eksempel er 4 μ H 4.000 nanohenry. Vi skriver i celler 40 00. 110 nanohenry - skriv 01 10. I alt bruges 14 celler, to til hver installeret induktans.

Fra adresse 20, værdierne for de installerede kondensatorer.

Alle værdier i pikofarad. For eksempel skrives 82 pikofarad som 00 82. 1,2 nanofarad er skrevet som 12 00. Der anvendes 14 celler, to for hver kondensator.

30 – celle for effektmåling op til 9999 watt.

For korrekt betjening skal du bruge en tandem-match med et passende forhold mellem antal vindinger. Aktivering til værdi 01. Som standard er den deaktiveret, værdi 00.

31 - celle til indstilling af et forhold mellem vindingerne

i tandemmatch, som afhænger af den øvre grænse for den målte effekt. Standardværdien er 10, hvilket svarer til en maksimal målt effekt på cirka 150 watt.

For at være i stand til at måle effekt op til 1500 watt, skal du bruge indikatortilstand med høj effekt og en tandemmatch med et forhold på 1 til 32.

Hvis effekten ikke overstiger 40 watt, giver det mening at bruge en tandem-match med et forhold på 1: 5 omdrejninger, hvilket gør det muligt at arbejde bedre med en mindste effekt på 1-5 watt.

For andre effektværdier skal forholdet mellem vindinger beregnes således, at spændingen ved måleindgangene til mikroprocessoren ved maksimal effekt ikke overstiger 4,096 volt for PIC16F1938-processoren og 5,0 volt for PIC18F2520-processoren.

32 - celle for at indstille tidspunktet for lys display eller baggrundsbelysning, i sekunder.

Baggrundsbelysning lyser, mens du trykker på en vilkårlig knap, og RF-effekt input.

Som standard er det deaktiveret, værdi 00.

33 - celle til indstilling af en indikation,

værdi 00 - kun til angivelse af L og C.

værdi 01 - til at indikere den effekt, der leveres til antennen og effektiviteten af feeder og transmitter, når indgangseffekten er nok til korrekt SWR-måling.

Som standard er aktivering, værdi 01.

Advarsel!!! Enheden tager ikke højde for sin egen virkningsgrad.

34 - celle til indstilling af et feeder-strømtab-forhold,

det første ciffer - heltal af decibel, andet ciffer - tiendedel af decibel. Værdi som standard - 1,2 (12 skrevet i cellen). denne værdi bruges til at måle den strøm, der leveres til antennen. Tabsværdien kan findes i referencedataene for det brugte kabel, eller du kan selv måle den nøjagtige værdi.

Hvis det ikke er nødvendigt at tage hensyn til feedertab, skal værdien 00 skrives ind i cellen, så beregningerne svarer kun til mistilpasningstabene.

© David Fainitski, N7DDC

2019

Danish Flemming T Kirsby, OU1FTK

2020

