

# Az autotuner tábla műszaki leírása

## ATU-100 bővített tábla

N7DDC fejlesztés.

**Figyelem! Nincsenek korlátozások vagy korlátok ezen anyag felhasználására bármilyen célból, valamint minden kapcsolódó anyag, amelynek szerzője az N7DDC.**

Figyelem! Az ebben a dokumentumban közzétett információk csak akkor igazak, ha a készülék firmware verzióval használja. Ha nem képes arra, hogy megtudja, melyik szoftververziót használja, a flash firmware **2.5**-ös verzióját, a programozó használatával győződjön meg róla, hogy a leírásban szereplő információk megtalálhatók és megfelelnek az eszköz tulajdonságainak.

Itt letölthet bármilyen firmware-verziót:

<http://www.sdr-deluxe.com/forum/7-18-1>

PCB források a Sprint 6.0 elrendezéshez:

<http://www.sdr-deluxe.com/load/>

## Megnevezés

Az eszközt amatőr rádióberendezések részeként használják, erősítők vagy adóvevők részeként, vagy külön eszközként, a teljesítményerősítők (UM) kimeneti impedanciájának összehangolására antennákkal.

Ellentétben a **mini kártyával**, ez az eszköz 5-7 sorozat induktivitást tartalmazhat és 5-7 kondenzátort, ami lehetővé teszi (maximum konfiguráció), hogy hatékonyan működjének széles frekvenciasávban, átfedésben az amatőr rádió HF 1,8 és 50 MHz között.

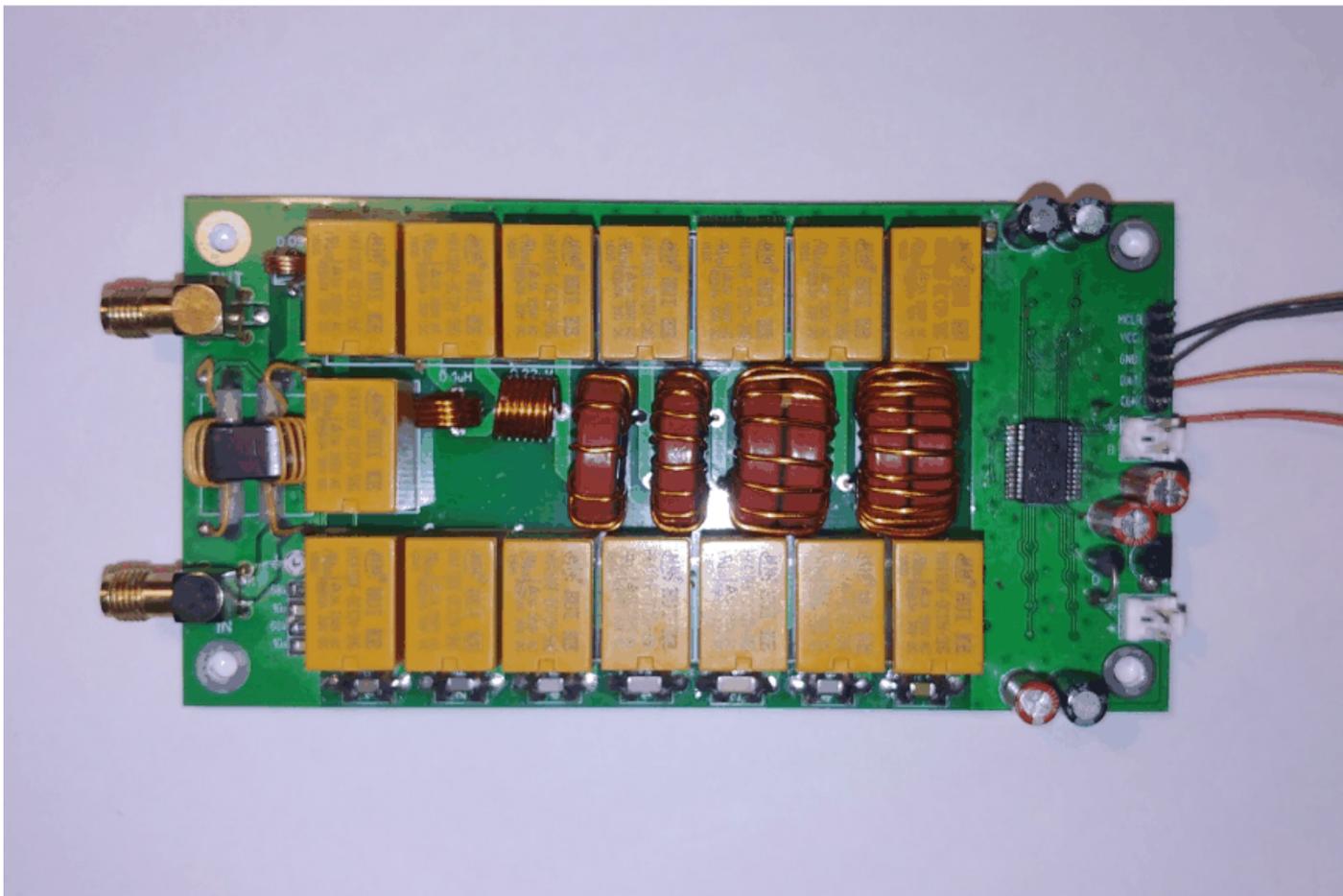
A felhasználó rendelkezésére álló algoritmusok számos beállítása lehetővé teszi egy mikroprocesszor és vezérlő áramkör használatát más automatikus tuner projekteken különböző változatokkal. Mindazonáltal van egy alrendszer, amelyet a szerző követ.

Az alapmodell a szerző szerint 7 kapcsolt induktivitást tartalmaz szabálytalan lépésekkel, 0,05  $\mu\text{H}$ -tól 4,5  $\mu\text{H}$ -ig, 7 kondenzátorral szabálytalan lépések, 10 pF-től 1 nF-ig.

Alapértelmezett paraméterek garantálja az eszköz megbízható működését az alapvető változatban, és alapvető paraméterek a teszteléshez, amikor a szerző szoftvereket fejleszt.

A felhasználó számos paramétert megváltoztathat, ami megváltoztathatja a készülék viselkedését és még működésképtelenné teheti.

Kérjük, olvassa el figyelmesen a leírást a változtatások előtt. Itt kérdezhet vagy részt vehet az eszköz beszélgetésében <http://www.cqham.ru/forum/...N7DDC>



## Az "alapmodell" használata

A szerző feltételezi, hogy a készülék két forgatókönyvben használható: kiegészítő modul részeként egy adó-vevő és/vagy erősítő részeként, vagy független különálló esetben, jelzéssel vagy anélkül. Nincs szükség arra, hogy valamit újratervezen. Mind a kézi hangolás indítása gomb, mind a vezérlőjel kimenete az adó-vevő vagy erősítő vezérlő processzorából csatlakoztatható a vezérlő csatlakozóhoz.

Ha 250 ms-nál rövidebb a gomb nyomása vagy a vezérlőjelekkel ellátott vezérlővezetékre gyakorolt rövid hatás miatt a tuner elemek visszaállnak az eredeti állapotukba, amikor az összes induktivitás és kapacitás ki van kapcsolva. A vezérlőjel hosszabb tartása bekapcsolja a beállítási folyamat kezdetét.

A RA7 és RA6 mikroprocesszoros csatlakozókból további jelek lehetnek a meglévő berendezésekkel való jobb integrációhoz. Ez a Tx\_request hordozó kérés a tuninghoz közvetlen és inverz formában. Ezt a jelet az eszköz processzora bocsátja ki a hangoláshoz

szükséges időre, amelynek során az adónak biztosítania kell a megfelelő teljesítményű folyamatos hordozót.

Ezzel a beállítással automatizálható, hogy a felhasználónak nem kell végrehajtania további műveleteket, kivéve a beállítások gombra való kattintást. Ez nem szükséges, mivel az eszköz lehetővé teszi a megfelelő teljesítményű bármilyen bemeneti jel hangolását, legyen az beszéd, egy RF jel által modulált bármilyen típusú moduláció, telegrafikus csomag, és még egy zajszerű jel is.

A hangolás leáll, ha a bemeneti jel teljesítménye alacsony, és folytatódik, amikor az megjelenik. Ez azt jelenti, hogy a beállítás közvetlenül a berendezés normál működésében is történhet.

Az eszköz megbízható működéséhez azonban ajánlatos ezt a jelet használni az adó jelerősségének csökkentésére a készülék értékeihez a hangolás során, például az ALC hurok hatására.

A Tx\_request jel felhasználható olyan LED csatlakoztatására is, amely jelzi a beállítási folyamat tevékenységét abban az esetben, ha az LCD kijelző használata nem kívánatos vagy lehetetlen.

## Kijelző

Általánosságban elmondható, hogy a készülék kijelzőelemek nélkül használható, míg a készülék működésének vezérléséhez használhatja például az adó-vevőbe beépített SWR-mérő skáláját vagy egy külön külső SWR-mérőt. Természetesen, ha önműködőként önműködő gépet használ, akkor nagyon kényelmes lenne, ha saját kijelzője lenne a művelet nyomon követésére, és ez az eszköz lehetővé teszi, hogy különböző módon hajtsa végre.

A legegyszerűbb módja egy kétszínű **vörös-zöld** közös anódos LED csatlakoztatása a processzor programozása csatlakozó gombjaihoz. Ahhoz, hogy ez a megjelenítési módszer működjön, módosítania kell az alapértelmezett értékeket, amelyeket az alábbiakban tárgyalunk.

A közös anódokat a csatlakozó VCC csapjához kell csatlakoztatni (+5 V teljesítmény), a zöld LED katódját az áramkorlátozó ellenálláson keresztül a CLK csaphoz csatlakozik, a piros LED katódja a határoló ellenálláson keresztül a DAT-csaphoz csatlakozik.

Így a LED három színt készíthet: világos, **zöld, narancs és piros**, attól függően, hogy a VSWR mely vonalban van, amellyel az illesztési folyamat befejeződött.

Ha kijelző LED **zöld színű az SWR 1,5-nél kevesebb, narancssárga - 2,5-nél kisebb** és a **vörösnél az SWR 2,5-nél többet** fog jelezni. A LED kialszik, amikor a beállítások elindulnak és rögtön a befejezés után ragyog (jelez). Itt szem előtt kell tartani, hogy a jóváhagyási feltételek megváltozása és az SWR változása esetén a LED nem változtatja meg a ragyogás színét, ugyanaz marad, attól függően, hogy melyik SWR értéket rögzítette.

A készülék működéséről sokkal több információ áll rendelkezésre, ha a csatlakozóhoz csatlakozik a szabványos kétsoros 1602 LCD kijelző. Ehhez egy kis I2C port bővítő kártyára is szükség lesz, hogy a párhuzamos LCD vezérlő kódot I2C soros buszokká alakítsa. Ezek a PCF8574T chipet széles körben használt táblák, amelyek hozzáférési címe a 4E buszon van. Ez a jelzés arra utal, hogy a szerző alapértelmezés szerint használja, és az alapértelmezett firmware már konfigurálva van egy ilyen indikátor használatához.

Egyes port kiterjesztő kártyák „AT” indexű PCF8574-es chipet használnak, és eltérő busz hozzáférési címmel rendelkeznek.

Használhatók a kívánt cím beállításával is (amelyet az alábbiakban ismertetünk).

Az LCD csatlakoztatásakor a programozó csatlakozó csapjai a rendeltetésüknek megfelelően használhatók, a VCC 5 V-os tápegység, a GND földelés, a DAT és a CLK adat- és órajelekkel.



A kijelző bal oldala mutatja a teljesítményt és az SWR-t. A csúcsérzékelő üzemmódot használjuk, amely lehetővé teszi, hogy különböző típusú modulációkat használva pontosan mérjük az adó jelerősségét.

A jobb oldalon a készülék által az utolsó hangolási folyamat eredményeként beállított induktivitási és kapacitási értékek láthatók. A jelzést az első és a második sorban hajtjuk végre, és az L és C jelzések felcserélhetők.

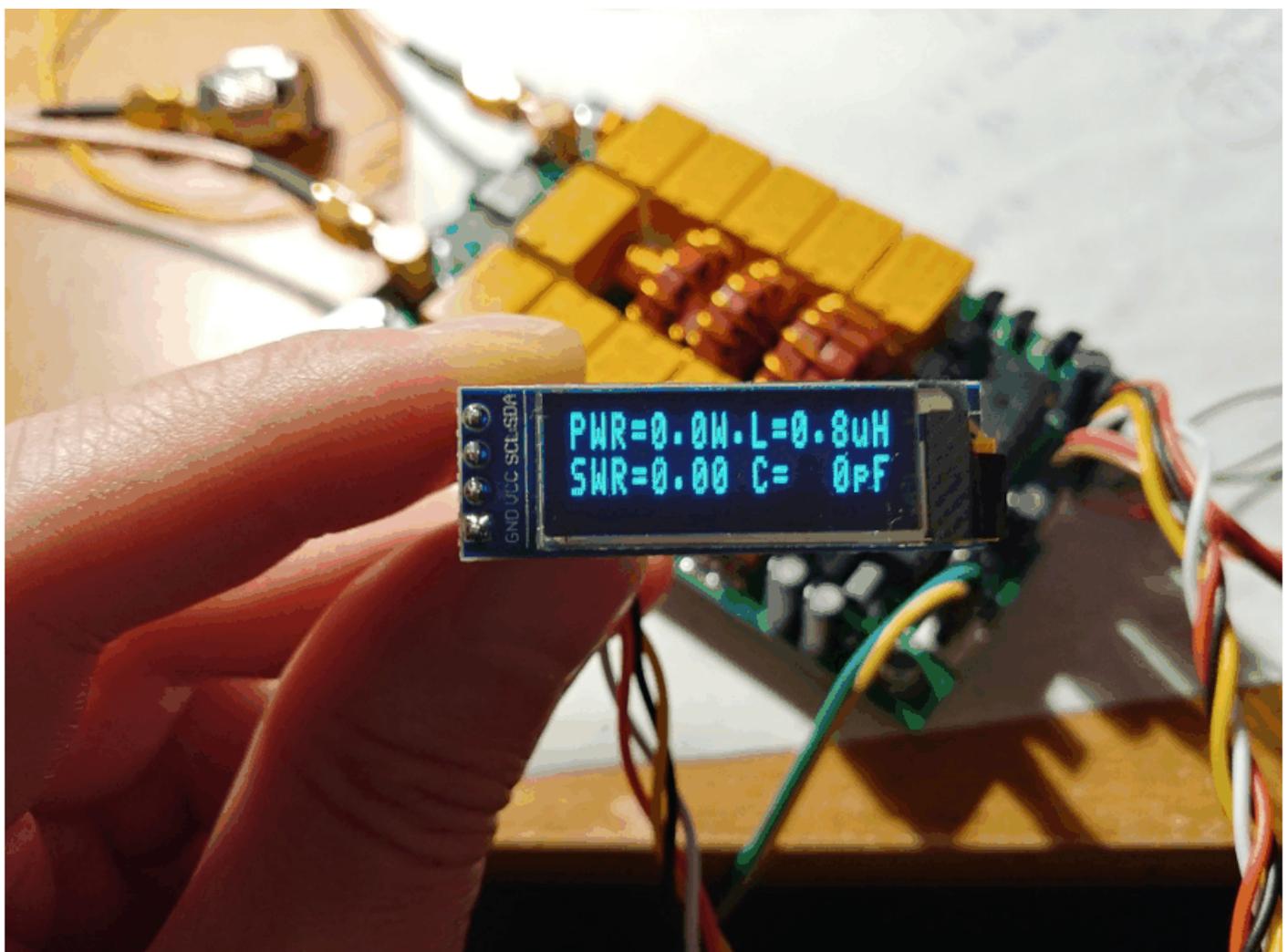
Ez a kondenzátorok csatlakozási pontjának megjelenítésére szolgál a G-lánc klasszikus rendszere szerint. Tehát, ha az induktivitás a felső sor tetején van. Feltételezzük, hogy a tuner kondenzátora csatlakoztatva van, vagyis a kimeneten. Ha az induktivitás értéke a kapacitási érték alatt az alsó sorban jelenik meg, akkor a kapacitás az induktivitáshoz kapcsolódik, azaz a bemenethez.

A kijelzőn röviden megjelenhet néhány felirat is, amelyek magyarázzák az eszköz aktuális üzemmódjait. Ezek a TUNE, RESET, OVERLOAD (ha a készülékhez 150 W-nál nagyobb teljesítményű jelet alkalmaznak).

Az eszköz méretének csökkentése érdekében lehetőség van kis méretű OLED kijelzők csatlakoztatására, amelyek ugyanazt az I2C buszt vezérlik.

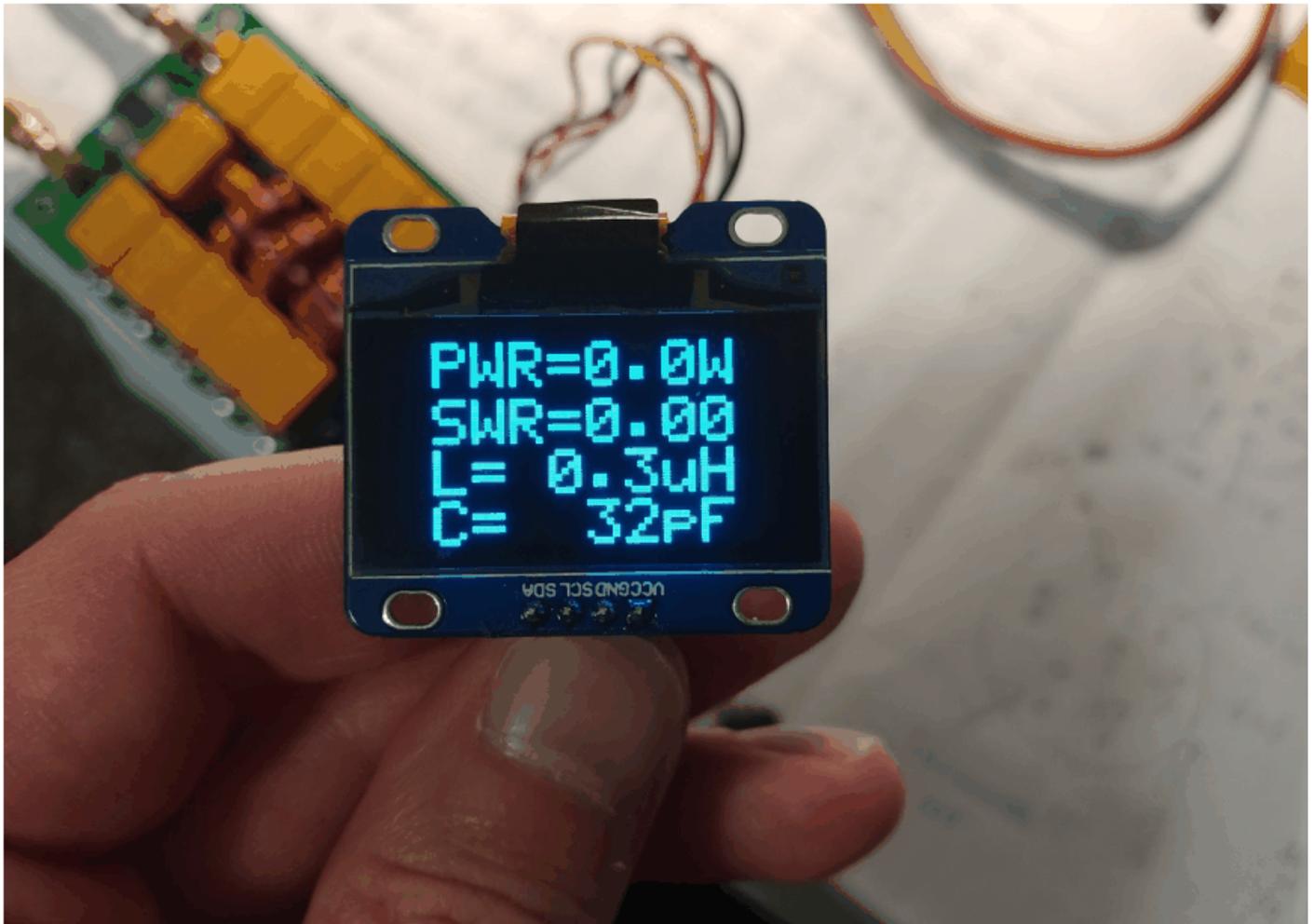
Ezek egy fekete-fehér OLED kijelzők SSD1306 vezérlővel és 128x32 képpontos felbontással, 0,91 hüvelyk átlóval, vagy 128x64 képpontos felbontással, 0,96 és 1,3 hüvelyk átlóval.

Ezek a kijelzők ugyanúgy kapcsolódnak, de ahhoz, hogy megfelelően működhessenek, a firmware-paramétereket meg kell változtatni (az alábbiakban ismertetjük).



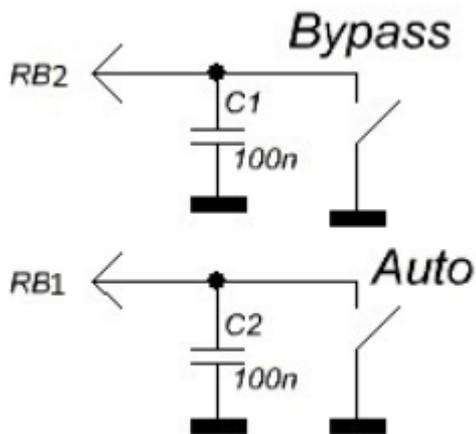
A 0.91" 128 \* 32 kijelzőn megjelenő kép egy 1602-es rendszerű kijelzőnek néz ki, miközben apró méretei vannak.

A 128 \* 64 kijelzőn megjelenő kép kissé eltérő, négy sorban és nagyobb karakterekkel.



## További gombok

A készülék lehetővé teszi további két további gomb csatlakoztatását, mely alapvető funkció. Ezek a Bypass és az Auto gombok. A gombok az RB1 és az RB2 processzor portjaihoz csatlakoznak. Az alkalmazott portokat ajánlatos áthidalni kondenzátorokkal, hogy elkerüljék az interferenciát, ami zavarhatja a processzort.



A Bypass gomb megnyomása ideiglenesen leállítja az összes kapacitást és induktivitást, és a jelet a bemenetről a kimenetre közvetlenül továbbítja.

Ez az üzemmód az LCD kijelzőn egy aláhúzás formájában megfelelő jelzéssel rendelkezik.

Ha az Auto üzemmód aktiválva van, akkor az áthidaló üzemmód érvényben marad.

A gomb ismételt megnyomása kikapcsolja a bypass módot, és a készülék újra csatlakoztatja az utolsó hangolási folyamat végén telepített kapacitásokat és induktivitásokat.

Az automatikus üzemmód is folytatódik, ha korábban aktiválták.

Az Auto gomb megnyomása aktiválja az eszköz automatikus üzemmódját, amely a kijelzőn pontjelként jelenik meg. A készülék emlékezni fog az automatikus bekapcsolásra üzemmódban marad, és az áramellátás kikapcsolása után is marad, amíg újra nem kapcsolja ki. Az automatikus üzemmód is aktiválható paraméterek megváltoztatása a firmware alatt (az alábbiakban ismertetjük).

## Automatikus üzemmód

Az automatikus működési mód egyedülálló lehetőséget biztosít a felhasználó számára. Használja a készüléket anélkül, hogy megnyomná a gombokat, és csatlakoztassa a külső vezérlőt. A készülék gombok nélkül végrehajtható - jelzés nélkül – és ezzel egyidejűleg elvégzi az antenna tápvezeték ellenállásának összehangolását.

Az algoritmus a következőket használja: ha az aktuális SWR meghaladja az 1,3-at, és az előző beállítás után rögzített értékhez képest (1,3- 1) értékre vált, a beállítási mód aktiválódik.

Általában ez a feltétel könnyen teljesíthető tartományváltozás, ami a hangolási folyamat azonnali aktiválását okozza. Szükség esetén a beállítás trigger küszöbértéke megváltoztatható a paraméterek módosításával a firmware alatt (az alábbiakban ismertetendő).

## Speciális üzemmódok

A készüléknek számos speciális működési módja van, amelyek célja az összeszerelés, hibakeresés vagy hibaelhárítás.

Amikor a készüléket **mindhárom megnyomott Tune, Bypass és Auto** gombbal bekapcsolja, a **Fast Test üzemmód** aktiválódik. Ebben az üzemmódban a készülék minden relé számára tápellátást biztosít, amely lehetővé teszi a tranzisztoros kapcsolókkal vagy a forrasztási hiányosságokkal kapcsolatos hibák gyors azonosítását.

Amikor a készüléket a **Bypass és az Auto gombokkal** megnyomja, a készülék átkapcsol **teszt üzemmódra**. Ebben az üzemmódban manuálisan, lépésről lépésre lehet a Bypass és az Auto gombokkal módosíthatja a kapacitás vagy az induktivitás értékét.

A **Tune gomb hosszú megnyomásával** kiválaszthatja, hogy mely elemek kerülnek mozgatásra, és egy **rövid gombnyomás megváltoztatja a kondenzátor csatlakozási pontját**. Ebben az üzemmódban lehetséges a bemeneti teljesítmény és az SWR mérése a vonalon. Az egész folyamatot egyértelmű jelzés kíséri.

## Lehetséges eszköz módosítások

A mikroprocesszor és annak szoftvere lehetővé teszi, hogy 5-6-7 induktivitást és 5-6-7 kondenzátort irányítson lineárisan növekvő lépéssel vagy nemlineárisan.

Az összetevők értékei tetszőlegesen lehetnek, értéküket a firmware beállításában lehet megadni.

A processzor programozása a kijelzőn megjelenő értékek helyes megjelenítéséhez.

Amikor a maximális értéknél kevesebb elemet választunk (7), a vezérlő busz alsó bitjei működnek.

A firmware helytelen beállítása vagy a vezérlőelemek sorrendjében fellépő hibák meghibásodáshoz vezethetnek a telepítés során vagy a teljes konfigurálhatatlansághoz. Ugyanakkor az értékek pontos jelzése csak a kijelzőn megjelenő kijelző pontosságát befolyásolhatja, de nem a tuning algoritmus működését.

## A műszaki adatok, "Alapmodell"

A megengedett tápfeszültségek tartománya: 10-15 V DC

Maximális áramfelvétel: 400 mA

Maximális üzemi teljesítmény: 100 watt

Maximális lehetséges mért teljesítmény: 150 watt

A hangolás elindításához szükséges minimális teljesítmény: 5 watt \*

Minimális lehetséges mért teljesítmény: 0,1 watt

Mérési lépés 10 W teljesítményig: 0,1 W

Mérési lépés 10 wattnál nagyobb teljesítménnyel: 1 watt

A teljesítménymérés pontossága: 10%

Maximálisan telepített induktivitás: 8,53  $\mu$ H

Az induktivitás minimális telepítési lépése: 0,05  $\mu$ H

Maximális beépített kapacitás: 1869 pF

Minimális kapacitási telepítési lépés: 10 pF

\* Egyes paraméterek szükség esetén módosíthatók.

## Az alapértelmezett beállítások módosítása

A mikroprocesszor programozása során közvetlenül a vezérlő kódra (program) történő írás mellett javasoljuk, hogy rögzítsünk egy kis számú EEPROM memóriát.

Az ezekben a cellákban lévő információkat a felhasználó módosíthatja a programozás előtt.

A processzor minden egyes indításakor a program először leolvassa a hosszú távú memória celláiból származó adatokat annak érdekében, hogy tovább használhassa ezt az információt a munkához.

Így a felhasználó könnyedén megváltoztathatja az eszköz számos paraméterét anélkül, hogy megértené a készüléket összehasonlíthatatlanul összetettebb szoftverfejlesztési folyamatokat.

The screenshot shows the PICkit 3 Programmer software interface. The title bar reads "PICkit 3 Programmer - BUR183601124". The menu bar includes "File", "Device Family", "Programmer", "Tools", "View", and "Help". The main window displays "Midrange/1.8V Min Configuration" with the following details:

- Device: PIC16F1938 Configuration: 3FC4 1233
- User IDs: FF FF FF FF
- Checksum: 5018 OSCCAL: BandGap:

A green banner at the top indicates "Programming Successful." Below this, the MICROCHIP logo is visible. The "VDD Target" section has "Check" and "/MCLR" options, with a value of "5,0" selected. The "Program Memory" section is active, showing a list of memory addresses and their corresponding hex values. A red arrow points from the "Program Memory" table to the "EEPROM Data" section. The "EEPROM Data" section is also active, showing a list of addresses and hex values. A red box highlights the first four rows of the EEPROM data table.

Address	Hex Value
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

Address	Hex Value
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

Az alábbiakban részletesen ismertetjük a firmware ezen verziójában használt jelentős cellákat.

Kérjük, vegye figyelembe, hogy a cellák számozása nulla, és a számozás hexadecimális kódban van megadva. Az ilyen szabályokkal való számozás „címezésnek” nevezhető, és a cellaszám ebben a formátumban a „cím”.

Például a 10-es címmel rendelkező cella nem a tizedik cella a fiókban. Ez a 16. cella.

Az alábbiakban csak a cellák címét kapjuk, mivel a címezés a programban használható programozó processzor.

A cellákban lévő adatok hexadecimális kódokban is értéket képviselnek, de ez a felhasználók kényelmét szolgálja, hogy a szokásos értékeket nem kell hexadecimális formátumra konvertálni.

Így például 15 wattos teljesítményértékek rögzítéséhez elegendő a 15-ös szám írása a cellába, és az SWR beállításakor az 1.7-nél elegendő a 17 szám felírása.

Gondosan olvassa el a leírást, és fókuszáljon alapértelmezett értékekre.

A kényelem érdekében a firmware olvasható a mikroprocesszorról, módosíthatja a memóriacellákat és írja vissza.

Az összes érték visszaállítása az alapértelmezett értékekre elegendő a szerző firmware-jének újbóli programozása.

**00 - a csatlakoztatott kijelző címbeállító cellája.** A PCF8574AT chipen készített 1602 kijelző bővítőpanelje a 7E címmel rendelkezik, a "T" index - 4E.

Az OLED kijelzők címe általában 78 vagy 7A. A csatlakoztatott I2C-eszközzel való normál működéshez bármilyen cella rögzíthető a cellában. Az alapértelmezett érték 4E, amely megfelel a 1602-es LCD kijelzőnek a PCF8574T chipen található bővítő kártyával.

**01 - egy olyan cellát jelent, amely jelzi a csatlakoztatott kijelző típusát.**

A 00 érték egy csatlakoztatott kétszínű LED-nek felel meg.

01 érték - 1602 LCD port bővítő kártyával.

02 érték - OLED kijelző 128 \* 32,

03 érték - OLED kijelző 128 \* 32, fordított kép.

04 érték - OLED kijelző 128 \* 64,

05 érték - OLED kijelző 128 \* 64, fordított kép.

**Figyelem! A készülék nem rendelkezik a fent leírtaktól eltérő megjelenítéssel.**

**02 - az automatikus üzemmód cella aktiválása.** Ha a készüléket további gombok nélkül kívánja használni, akkor az 01-es érték beírásával engedélyezheti az automatikus üzemmódot. Az alapértelmezett érték 00.

Amikor aktiválja ezt a módot, a processzor automatikusan rögzíti a 01 értéket ebben a cellában, ezzel emlékezve a felhasználói választásra.

**03 - cella, hogy beállítsa a várakozási időt a jelzés után a relé kiváltásához vagy felszabadításához.**

Ez az idő magában foglalja az RF detektor kimenetén a feszültség meghatározásához szükséges időt, miután a relék a megadott pozíciókba kerültek kialakításra. Az ezredmásodpercben megadott érték az alapértelmezett érték 15. A túl rövid idő meghibásodást okozhat a beállítás során.

#### **04 - cella az automatikus üzemmód beállításához szükséges küszöb beállításához.**

A formátum: az első szám az SWR egész, a második szám a tized.

Az alapértelmezett érték 13, azaz amikor az automatikus üzemmód aktiválódik. Ez azt jelenti, hogy amikor az automatikus üzemmód aktiválódik, a beállítás akkor indul el, amikor az SWR 1,3-nál magasabb, és amikor az (1.3-1) -re változik.

#### **05 - cella a hangolás elindításához szükséges minimális teljesítmény beállításához.**

Felvett formátum: az első szám – tíz(es) watt, a második egy(es) Watt.

Az alapértelmezett érték 05, vagyis a beállítás csak a bemeneti teljesítménynél működik, legalább 5 watt. A túl alacsony érték nem megfelelő finomhangoláshoz vezethet.

#### **06 - cella a maximális teljesítmény meghatározása a biztonságos hangoláshoz.**

Ha a bemeneti teljesítmény meghaladja ezt az értéket, a beállítás nem kerül végrehajtásra, és a készülék a felhasználó által meghatározott határokon belül várja a teljesítményszintet. Ugyanabban a formátumban rögzítve. Ha az érték 00, ellenőrizze a maximális értéket, a teljesítmény nem keletkezik. Az alapértelmezett érték 00.

#### **07 - a cellák a sorok függőleges eltolásának lefelé történő beállítására OLED kijelzőkre.**

Bizonyos kijelzők esetén szükség lehet. Az alapértelmezett érték 01.

#### **08 – egy olyan cellát tartalmaz, amely vízszintes eltolt vonalakat állíthat balra az OLED kijelzőkhöz. Bizonyos kijelzők esetén szükség lehet. Az alapértelmezett érték 02.**

#### **09 - a cella a maximális kezdeti SWR értékének beállítására, amikor a beállítás történik.**

Az értékeket a formátumban adjuk meg: az első szám az SWR-egész szám, a második szám a tized. Ha az érték 0, az ellenőrzés nem történik meg és a beállítás mindig működik. Az alapértelmezett érték 0.

#### **0A - a telepített induktivitások számának beállítására szolgáló cella**

a 05, 06 vagy 07 értékeket. Az alapértelmezett érték 07.

#### **0B - ha az induktivitás sora lineáris pályával rendelkezik, írjon 01-et a cellába.**

Az alapértelmezett érték 00.

#### **0C - cella a telepített kondenzátorok számának beállításához**

Az értékek 05, 06 vagy 07. Az alapértelmezett érték 07.

#### **0D - ha a kondenzátorok sora lineáris, írjon 01-et a cellába az alapértelmezett érték 00.**

**0E - lehetővé teszi az RF detektor diódák nemlinearitásának szoftverkorrekcióját.** kell, hogy legyen tiltva le, ha az áramkör hardverkorrekcióval rendelkezik. Az alapértelmezett érték 01 (Inkluzív).

**0F - a kapcsolt induktivitások fordított irányítása.** Engedélyezni kell, amikor relék használata normál nyitású kontaktusokkal a kapcsolja az induktivitásokat. Az alapértelmezett érték 00 (letiltva)

**A 10-es címmel kezdve a cellák a névleges értékű induktivitások beállítására szolgálnak.** Két cellánként használunk értéket, az induktivitás a legkisebbtől kezdve. Az értékek nanoHenry-ben vannak írva. Például a 4  $\mu$ H azaz 4000 nanoHenry. Írjuk a cellákhoz 40 00. A 110 nanoHenry-nél - írjunk 01 10-et. Összesen 14 cellát használnak egymás után, kettő minden értékhez.

**A 20. címmel kezdődően a beépített kondenzátorok névértékeit rögzítik.** Minden érték a pikofaradban. Például 82 pikofaradot írnak 00 82-ra. Az 1.2 nanofaradnál 12 00-ra írunk. 14 cellát használnak egymás után, kettőt minden egyes értékhez.

© David Fainitski, N7DDC  
2019