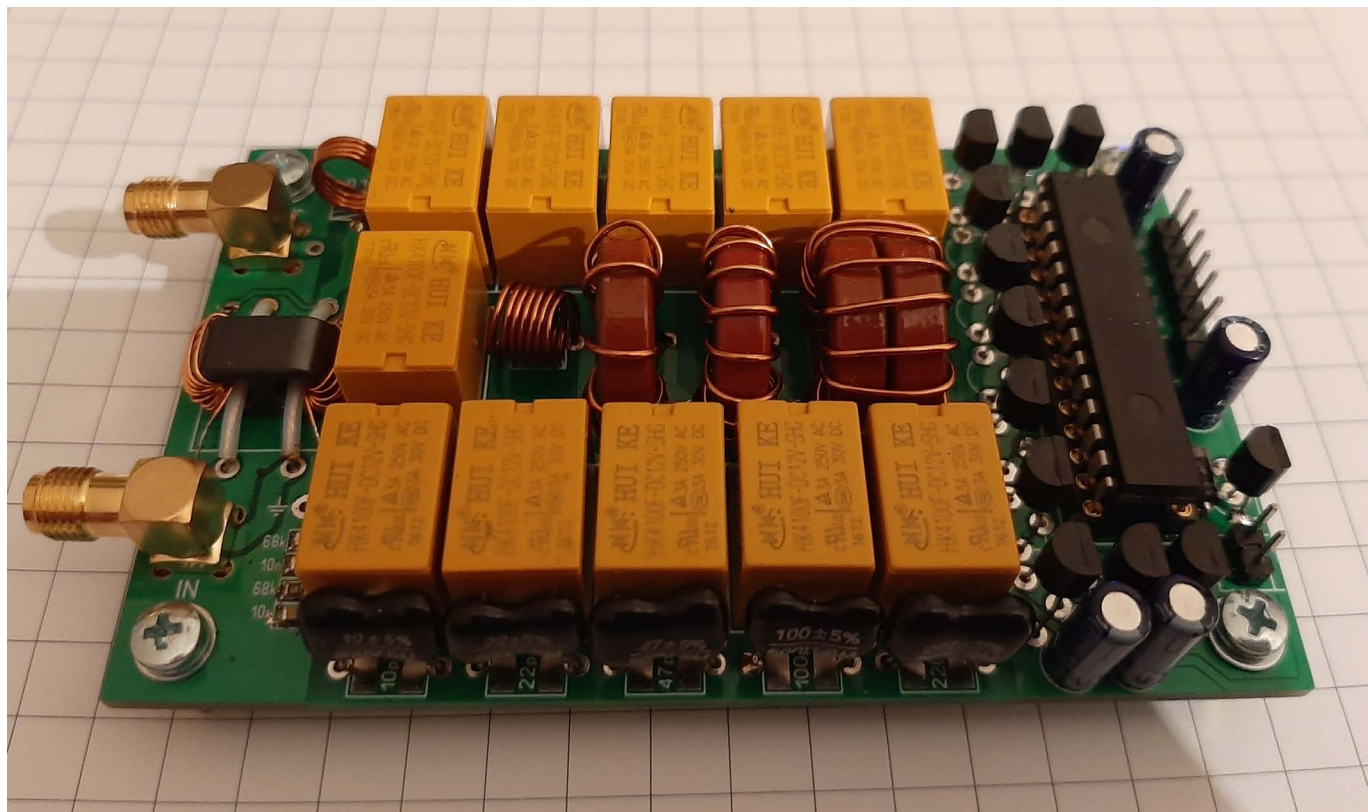


Malý automatický ATU s PIC 18F1938

ING. TOMÁŠ KREJČA, OK1DXD

Již delší dobu jsem se zabýval myšlenkou pro své QRP SDR zařízení vytvořit malý automatický anténní díl řízený jednočipem. Nakonec jsem k překvapení mých kolegů výjimečně upustil od svého oblíbeného Arduina – našel jsem totiž povedenou konstrukci s PIC od N7DDC, která téměř do puntíku splňovala všechny mé představy, takže ani nedošlo na nějaký vývoj a programování.



Tento článek není podrobným technickým popisem, ale spíše seznámení se zkušenostmi se stavbou a výsledky anténního tuneru. Opravdu podrobný popis včetně výkresů plošného spoje a zdrojového kódu, nebo zkompilevaného.hex souboru pro vypálení do PIC, naleznete na github N7DDC, odkaz je na konci článku.

I přes malé rozměry desky ATU (jen 100x60 mm!) jsou použita relé, která zvládnou výkon 100 W out. K vlastnímu naladění stačí cca i 5 W out, ale dá se nastavit i menší výkon změnou hodnoty parametru firmware v EEPROM před vypálením kódu do PIC, viz dále.

Použité displeje

Základní LCD 2x16 znakový displej typ 1602 zobrazuje hezky, ale díky svým větším rozměrům je spíše vhodný pro vestavbu do větší krabice a pro praktické portable použití v „poli“ asi ani není nutný, může se pak připojovat jen v některých přípa-

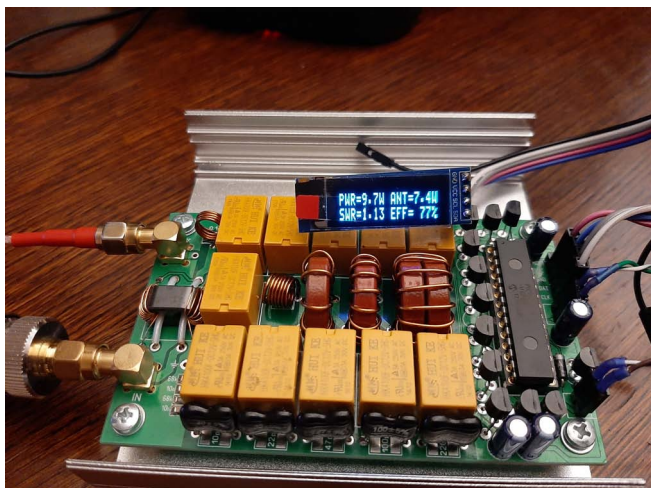
dech jako servisní monitor. Je použita verze s I2C rozhraním, alespoň se nemusí letovat tolik drátů v propojovacím kabelu, hi.

Další varianta jsou dvě různé verze malých OLED displejů. Firmware předpokládá dvě verze OLED (obě pochopitelně jen pro I2C rozhraní...).

Nakonec se lze i obejít zcela bez displeje a jen připojit dvoubarevnou LED diodu. Program v EEPROM pak zobrazí hodnotu SWR na barevné škále až do červené, což je např. pro malé SOTA zařízení asi i docela postačující.

Displej ukazuje hodnotu SWR, výkon, který je dodáván do antény, účinnost LC článku pro konkrétní nastavení a aktuální hodnoty L a C. Zajímavá je vychytávka, že když se firmware pro dosažení nejlepšího SWR rozhodne přehodit zapojení L a C, tak pak se na displeji hodnoty indukčnosti a kapacity ukážou v obráceném pořadí. Tuner si i po vypnutí pamatuje poslední použitou hodnotu LC. Pokud po-

užijete větší výkon než cca 150 W, tuner to indikuje hláškou OVERLOAD.



ATU s OLED displejem 128x32 pixelů.

Parametrizace ovládacího firmware

Aby byl řídicí program dostatečně flexibilní a nebylo jej nutno znovu kompilovat pro různé varianty konfigurace displejů apod., tak je k dispozici celá řada parametrů, které stačí ve vývojovém prostředí PICKit ručně změnit před vypálením v sekci EEPROM data. Zde uvedu jen některé na dokreslení možností zařízení. Podrobný popis najdete v původní dokumentaci na github. V současné době je dostupná poslední verze firmware 3.0 a další vývoj podle informace autora již neprobíhá.

Co se týče změn parametrů použitého displeje, lze samozřejmě nastavit jeho typ: LCD 2x16 znaků (typ 1602), pak OLED rozměr 0,91" 128x32 pixelů, nebo větší OLED 1,3" 128x64 pixelů, nebo k indikaci dosaženého stačí i jen dvoubarevná LED dioda, případně tři samostatné LED diody. Pochopitelně lze změnit I2C adresu displeje.

Pokud použijete ATU na vyšší (nebo také i nižší) výkon, lze parametrem určit poměr závitů na měřicím členu – tandem match na dvouotvorovém jádru má standardně poměr vinutí 1:10, tak aby se správně zobrazil výstupní výkon. Pro QRP použití je lepší použít nižší poměr, například jen 1:5 bude lepší volba.

Modifikace pro spodní pásma

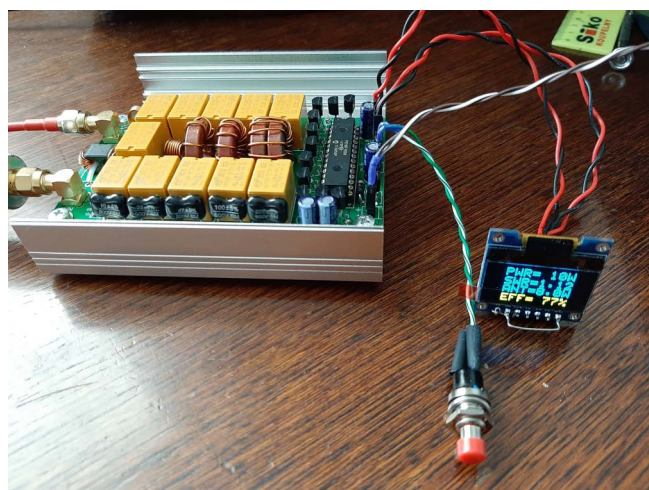
Je velmi jednoduchá – zde stačí zvýšit kapacity a indukčnosti v LC článku o jeden stupeň směrem k vyšším hodnotám, tedy začít s $C = 400 \text{ pF}$ a $L = 4 \text{ uF}$, nejnižší hodnoty se pak logicky nepoužijí. Ve firmware je v definiční části EEPROM možno ručně do-

plnit jaké skutečné hodnoty L a C jsou v zapojení použity, takže pak je i korektně zobrazena aktuální nastavená kapacita i indukčnost.

Vlastní zkušenosti s ATU

Na plošném spoji jsem PIC 18F1938 ze zvyku raději umístil do precizní patice 2x28 pinů, i když vyvedené signály na pinheader pro připojení I2C displeje umožní i ICSP naprogramování zaletovaného PIC. Pak jsem už nic nevymýšlel, jen za zhruba dva večery osadil desku a namotal cívky na „červené“ toroidy T-68 a dvouotvorové jádro pro odbočnici měření SWR. Indukčnosti jsem pro jistotu před zaletováním přeměřil, zda jsem se při navíjení někde nepřepočítal, a zda výsledné indukčnosti jsou v požadovaných tolerancích.

Na pozici kapacit LC článku jsem použil kvalitní MICA kondenzátory, protože výhledově předpokládám použití ATU na výkon 100 W. Zde se opravdu nevyplatí šetřit a standardní SMD kondenzátory sem nepatří.



ATU s OLED displejem 128x64 pixelů.

Jediný problém byl s naprogramováním správné adresy I2C displeje, respektive jsem popletl adresu LCD displeje, který jsem použil pro první pokus. Když jsem se vrátil k default adrese 4E, tak vše začalo fungovat jak má. Po stisknutí tlačítka Tune se ATU naladí překvapivě dost rychle, odhaduji pod 0,4 s. Tuner umí fungovat i v plně automatickém módu, pak se ladění provede, pokud se SWR zvýší nad nastavenou mez, například při $\text{SWR} > 1,3$. Protože mám všechny antény docela vyladěné, tak byl oříšek, aby se proces ATU při prvním testu vůbec spustil, pomohlo až na 7 MHz zavysílat do 10 MHz antény, hi.

Naměřené SWR i zobrazovaný výstupní výkon v roz-

sahu 3,5 – 28 MHz docela odpovídá tomu, co mi ukazuje připojený TRX, což je docela milé překvapení, respektive potvrzení, že použitý tandem match pro měření SWR je tam použit správně.

Na 80 m na konci SSB pásma je už znát (používám dipól zastřižený na délku, která rezonuje dole v telegrafní části pásma), že podle použitých hodnot C a L je při ladění skoro na konci rozsahu. $L = 3\mu\text{H}$ z celkové cca 4 μF a $C = 370$ z 400 pF, ale i tak je anténa doladěna docela dobře, viz obrázek na titulce (verze s LCD displejem 2x16 znaků). Moje anténa je na tomto pásmu ustřižena tak, aby nejlepší SWR dosahovala na 3550 kHz, takže na druhém konci bandu to opravu není lehké doladit, má s tím někdy problém i ATU v mém Kenwoodu TS-940.

Základní kmitočtový rozsah pro použité indukčnosti a kapacity LC článku je 7 – 28 MHz. Není problém zvýšit kapacity i indukčnost a oželeť 28 MHz, případně 21 MHz, kde se stejně předpokládá, že smě-

rová anténa ladí tam kde má, a pokud ne, tak je problém v designu nebo vlastní konstrukci antény a nemá smysl toto kompenzovat přes ATU. Tuner lze i přepnout do poloautomatického módu, kdy si hodnoty L a C nastavujete ručně pomocí tlačítek.

Závěr

Takže jestli to mohu vše shrnout v jednom odstavci, tak se jedná o ověřený design pro malý víkendový projekt. Když se vše zaletuje a naprogramuje tak jak má, tak opravdu funguje na první zapojení. Překvapila rychlost naladění ATU, relativní přesnost měření výkonu a rozsah funkcí a možnost parametrizace firmware. Pokud bude mít někdo zájem o stavbu, tak několik plošných spojů mi tu ještě zbylo.

Zdroje informací:

[1] Github: <http://bit.do/faCT5>

[2] Video: <http://bit.do/faCUj>