

Description technique de la carte Autotuner ATU-100 par N7DDC.

Attention ! Il n'y a aucune restriction ni interdiction quant à l'utilisation de ce matériel à quelque fin que ce soit, ainsi que de tout matériel connexe, dont l'auteur est N7DDC.

Attention! Les informations publiées dans ce document ne sont vraies que lors de l'utilisation d'un appareil avec la version 3.0 du micro logiciel. Si vous ne parvenez pas à déterminer la version du logiciel utilisée, effectuez une mise à jour vers la version 3.0 du micro logiciel (firmware) à l'aide d'un programmeur pour vous assurer que les informations de la description correspondent aux propriétés de l'appareil.

Vous pouvez télécharger la dernière version du firmware, des sources PCB, des schémas et de la documentation ici :

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

Le schéma dans l'éditeur :

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

Objet

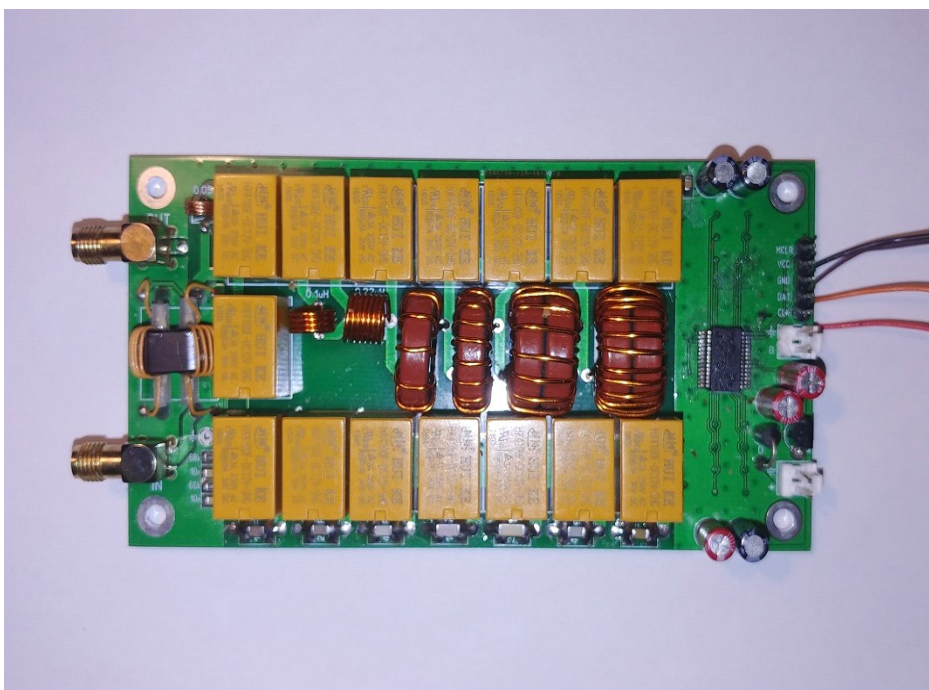
L'appareil est destiné à être utilisé comme équipement de radio amateur, comme partie intégrante d'amplificateur ou d'émetteur-récepteur, ou en tant qu'appareil séparé qui remplit la fonction d'adaptation de l'impédance de sortie des amplificateurs de puissance (PA) avec des alimentations d'antenne.

Contrairement à la mini carte, cet appareil peut contenir un ensemble de 5 à 7 inductances et de 5 à 7 condensateurs, ce qui lui permet (dans la configuration maximale) de fonctionner efficacement dans une large bande de fréquence HF de 1,8 MHz à 50 MHz.

Les nombreux réglages des algorithmes disponibles pour l'utilisateur permettent l'utilisation d'un microprocesseur et d'un circuit de contrôle dans d'autres projets d'auto-tuner dans diverses variantes.

Le modèle de base, contient 7 inductances commutées à pas irrégulier, de 0,05 μH à 4,5 μH , 7 condensateurs à pas irrégulier, de 10 pF à 1 nF. Les paramètres utilisés par défaut garantissent un fonctionnement fiable de l'appareil dans la version de base et sont les principaux paramètres de test lors du développement du logiciel par l'auteur. De nombreux paramètres peuvent être modifiés par l'utilisateur lui-même, ce qui peut modifier le comportement de l'appareil et même le rendre inutilisable.

Veuillez lire attentivement la description avant d'apporter des modifications.



Utilisation du « modèle de base »

L'auteur suppose que l'appareil peut être utilisé dans deux scénarios : comme module supplémentaire dans le cadre d'un émetteur-récepteur ou d'un amplificateur, ou comme appareil autonome dans un boîtier séparé, avec ou sans indication. Le bouton de démarrage manuel de l'accord et la sortie du signal de commande du processeur de commande de l'émetteur-récepteur ou de l'amplificateur peuvent être connectés au connecteur de commande.

Une brève impulsion sur la ligne de commande de moins de 250 ms, que ce soit avec un bouton (tune) ou un signal de commande, entraînera la réinitialisation des éléments du tuner à leur état d'origine, lorsque toutes les inductances et capacités sont désactivées. Un maintien plus long du signal de commande déclenchera le démarrage du processus de configuration. Le résultat de chaque processus de configuration est stocké dans la mémoire non volatile de l'appareil et est restauré après la mise hors tension et sous tension.

Des signaux supplémentaires pour une meilleure intégration avec l'équipement existant peuvent être extraits des connecteurs de microprocesseur RA7 et RA6. Ceci est le signal "Tx_request" (demande de porteuse pour accord) sous forme directe et inverse. Ce signal est émis par le processeur de l'appareil pendant le temps nécessaire à l'accord, pendant lequel l'émetteur doit fournir une porteuse continue de puissance adaptée. Cela peut être utilisé pour automatiser le processus de configuration lorsque l'utilisateur n'a pas besoin d'effectuer d'actions supplémentaires, à l'exception de la façon d'appuyer sur le bouton TUNE. Ce n'est pas nécessaire, car l'appareil permet de s'accorder avec n'importe quel signal d'entrée de puissance suffisante, qu'il s'agisse de parole, modulé avec un signal RF par tout type de modulation, de paquets télégraphiques et même d'un signal de type bruit. Le réglage s'arrête lorsque le signal d'entrée est faible et reprend lorsqu'il apparaît. C'est-à-dire que le réglage peut se produire directement dans le fonctionnement normal de l'équipement.

Cependant, pour un fonctionnement fiable de l'appareil, il est conseillé d'utiliser ce signal pour réduire la puissance du signal de l'émetteur à des valeurs sûres pour l'appareil lors de l'accord, par exemple en agissant sur la boucle ALC. Le signal "Tx_request" peut également être utilisé pour connecter une LED qui indiquera l'activité du processus de réglage dans le cas où l'utilisation de l'indicateur LCD n'est pas utilisé ou impossible.

Affichage des informations

En général, l'appareil peut être utilisé sans éléments d'affichage. En effet, pour surveiller le fonctionnement de l'appareil, vous pouvez utiliser, par exemple, l'échelle du compteur SWR intégré à l'émetteur-récepteur ou un compteur SWR externe séparé. Bien sûr, lorsque vous utilisez un autotuner comme appareil séparé dans votre propre cas, il est très pratique d'avoir votre propre écran pour surveiller le fonctionnement et cet appareil vous permet de l'implémenter de différentes manières.

Le moyen le plus simple consiste à connecter une LED bicolore rouge-vert avec une anode commune aux broches du connecteur pour la programmation du processeur. Pour que cette méthode d'affichage fonctionne, vous devez modifier certaines des valeurs par défaut, qui seront décrites ci-dessous. Les anodes communes doivent être connectées à la broche VCC du connecteur (+5 V power), la cathode de la LED verte à travers la résistance de limitation de courant à la broche CLK du connecteur, la cathode de la LED rouge à travers la résistance de limitation de courant au connecteur DAT. Ainsi, la LED pourra générer trois couleurs de lumière, verte, orange et rouge, en fonction du SWR dans la ligne avec laquelle le processus d'appariement a été terminé. La couleur verte d'une luminescence indiquera un SWR inférieur à 1,5 - orange inférieur à 2,5 et rouge à SWR plus de 2,5. La LED s'éteindra au moment du démarrage du réglage et s'allumera immédiatement après son achèvement.

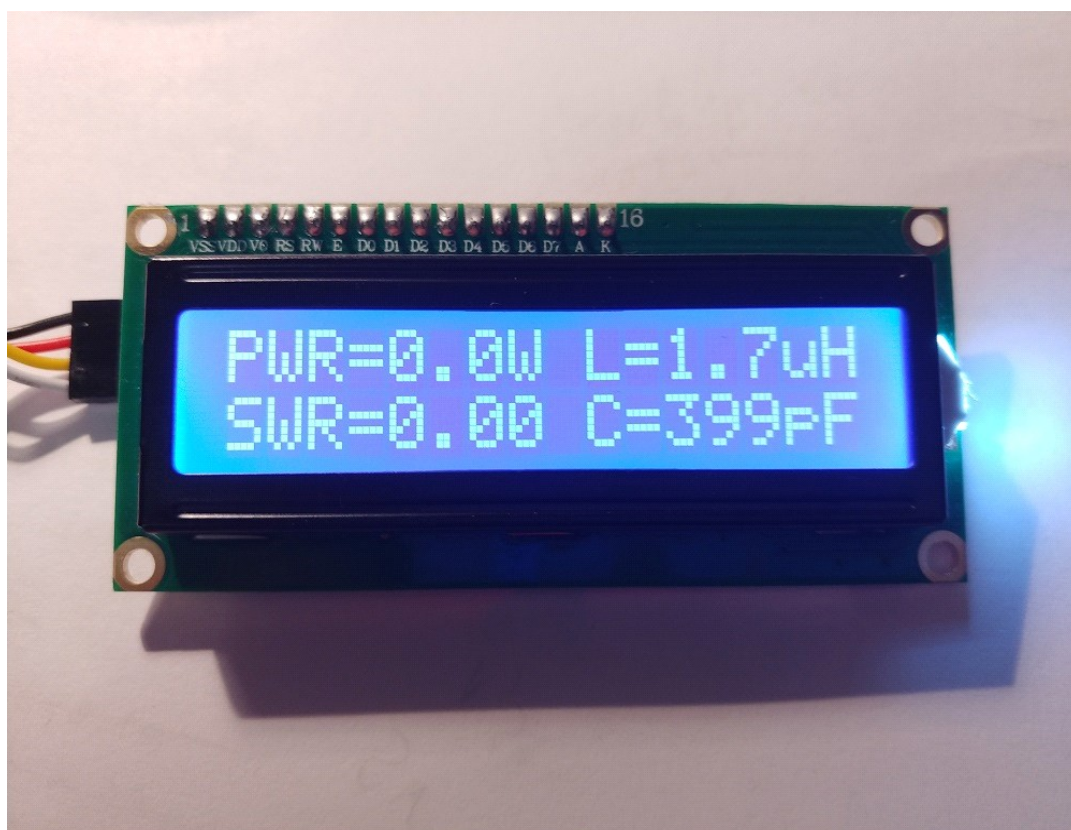
Beaucoup plus d'informations sur le fonctionnement de l'appareil peuvent être fournies en se connectant au connecteur pour programmer un écran LCD 1602 standard à deux lignes. Vous aurez également besoin d'une petite carte d'extension de port I2C pour convertir le code de contrôle LCD parallèle en un bus série I2C. Ce sont des cartes largement utilisées utilisant la puce PCF8574T et ayant une adresse d'accès sur le bus 4E. C'est l'indication que l'auteur utilise par défaut et le firmware par défaut est déjà configuré pour fonctionner avec un tel indicateur. Certaines cartes d'extension de port utilisent des puces

PCF8574 avec un index "AT" et elles ont une adresse d'accès au bus différente. Ils peuvent également être utilisés en spécifiant l'adresse souhaitée (qui sera décrite ci-dessous).

Les broches du connecteur de programmation lorsque l'écran LCD est connecté sont : VCC est une alimentation de 5 volts, GND est la masse, DAT et CLK sont respectivement les lignes de données et d'horloge.

Le côté gauche de l'indicateur affiche le débit de puissance et le SWR. Le mode détecteur de crête est utilisé, ce qui permet de mesurer avec précision la puissance du signal de l'émetteur lors de l'utilisation de divers types de modulation.

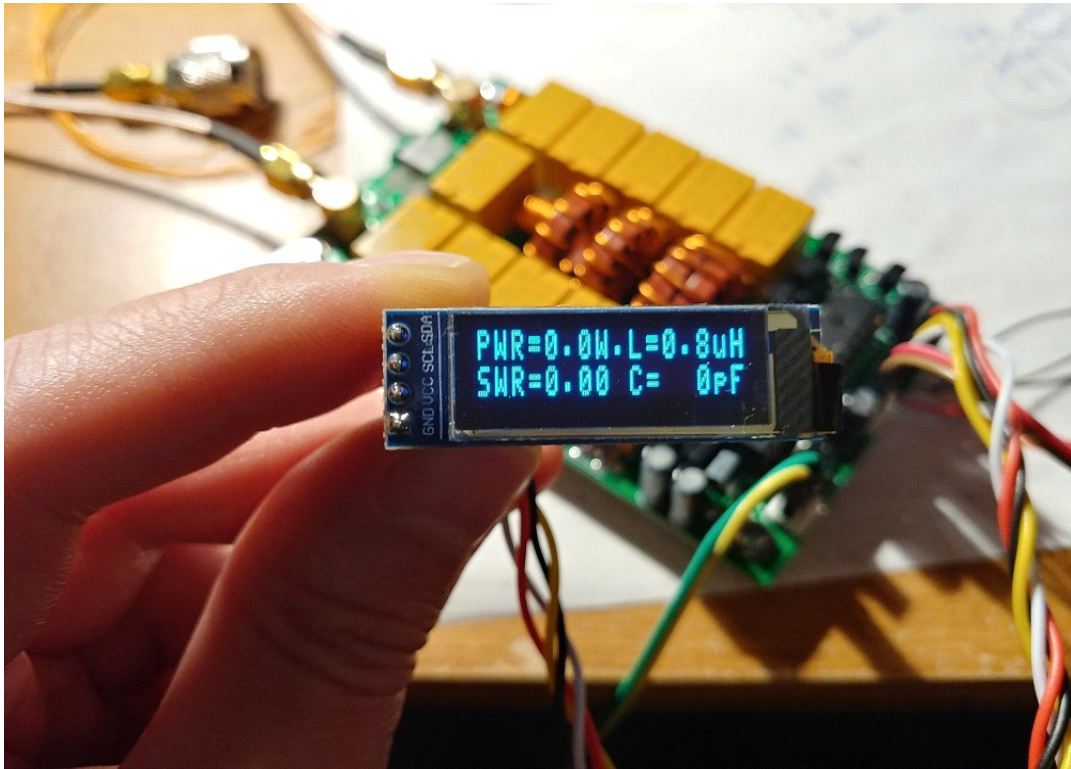
Le côté droit montre les valeurs d'inductance et de capacité définies par l'appareil à la suite du dernier processus de réglage. L'indication est effectuée dans les première et deuxième lignes, et les indications L et C peuvent être interverties. Ceci est utilisé pour afficher le point de connexion des condensateurs selon la configuration des coupleurs en "L". Ainsi, si l'inductance est sur la ligne supérieure, on suppose que le condensateur du tuner est connecté après, c'est-à-dire à la sortie. Si la valeur d'inductance est affichée sur la ligne inférieure sous la valeur de capacité, la capacité est connectée avant l'inductance, c'est-à-dire à l'entrée.



L'écran peut également afficher brièvement certaines inscriptions expliquant les modes de fonctionnement actuels de l'appareil. Ce sont TUNE, RESET, OVERLOAD (lorsqu'un signal d'une puissance supérieure à 150 watts est appliqué à l'appareil).

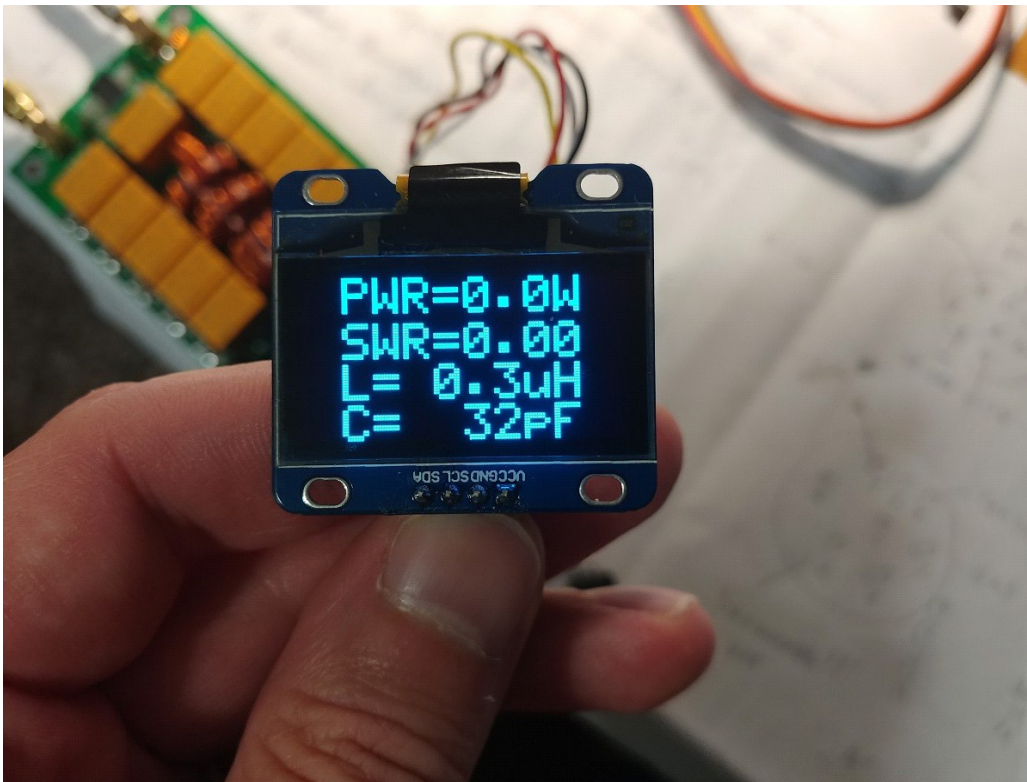
Pour réduire la taille de l'appareil, il est possible de connecter des écrans OLED de petite taille qui utilisent le même bus I2C pour contrôler.

Ce sont des écrans OLED monochromes avec un contrôleur SSD1306 et avec une résolution de 128x32 pixels avec une diagonale de 0,91 pouces, avec une résolution de 128x64 pixels avec des diagonales de 0,96 et 1,3 pouces. Ces écrans se connectent de la même manière, mais pour qu'ils fonctionnent correctement, les paramètres du micrologiciel doivent être modifiés (cf. ci-dessous).



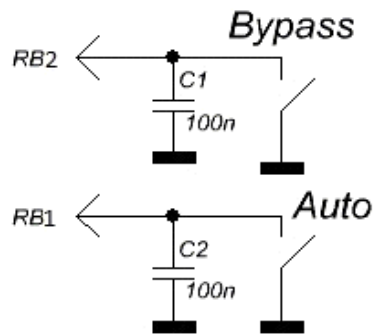
L'indication sur l'écran 0,91 128x32 ressemble à celle d'un écran 1602 normal, tout en ayant des dimensions minuscules.

L'indication sur les écrans 128 * 64 est un peu différente, sur quatre lignes et avec des caractères plus gros.



Boutons supplémentaires

L'appareil vous permet également de connecter deux boutons supplémentaires qui étendent les fonctionnalités de base. Ce sont les boutons Bypass et Auto. Les boutons sont connectés respectivement aux ports du processeur RB1 et RB2. Il est recommandé d'utiliser des ports chargés par des condensateurs pour éviter les interférences, qui peuvent gêner le fonctionnement du processeur.



Appuyer sur le bouton Bypass provoque une liaison directe entre l'entrée à la sortie. Ce mode a l'indication correspondante sur l'écran LCD sous la forme d'un trait de soulignement. Si le mode Auto a été activé, son fonctionnement sera temporairement arrêté pendant que le mode Bypass est en vigueur. Une nouvelle pression sur le bouton désactive le mode Bypass et l'appareil reconnecte les capacités et les inductances installées à la fin du dernier processus de réglage. Le mode automatique reprendra également s'il a été activé précédemment.

Appuyez sur le bouton Auto pour activer le mode automatique de l'appareil, qui s'affiche à l'écran sous la forme d'un point. L'appareil se souviendra d'activer le mode automatique et le restera même après avoir éteint l'alimentation, jusqu'à ce qu'il soit éteint à nouveau en appuyant à nouveau dessus. Le mode automatique peut également être activé en modifiant les paramètres lors de l'installation du micrologiciel (sera décrit ci-dessous).

Mode automatique

Le mode de fonctionnement automatique offre une opportunité unique à l'utilisateur d'utiliser l'appareil sans avoir besoin d'appuyer sur des boutons et de connecter une commande externe.

L'appareil peut être conçu sans boutons, sans indication et remplira en même temps sa fonction d'adaptation à l'antenne. L'algorithme utilise ce qui suit : si le SWR actuel dépasse 1,3 et qu'il est passé à (1,3 - 1) par rapport à la valeur enregistrée après le processus de réglage précédent, le mode de réglage s'active. Habituellement, cette condition est facilement remplie lorsque les bandes changent, ce qui provoque un déclenchement immédiat du nouveau processus d'accord.

Si nécessaire, le seuil de déclenchement du réglage peut être modifié en modifiant les paramètres lors de l'installation du firmware (décrit ci-dessous).

Modes de fonctionnement spéciaux

L'appareil dispose de plusieurs modes de fonctionnement spéciaux, conçus pour faciliter le processus d'assemblage, de débogage ou de dépannage. Lorsque l'alimentation est appliquée à l'appareil avec les trois boutons Tune, Bypass et Auto enfoncés, le mode Test rapide est activé. Dans ce mode, l'appareil alimente tous les relais, ce qui vous permet d'identifier rapidement les défauts associés aux commutateurs à transistor ou aux défauts de soudure.

Lorsque l'alimentation est appliquée à l'appareil avec les boutons Bypass et Auto enfoncés, l'appareil entre en mode test simple. Dans ce mode, vous pouvez manuellement, pas à pas, utiliser les boutons Bypass et Auto pour modifier la valeur de la capacité ou de l'inductance. Un appui long sur le bouton Tune permet de sélectionner les éléments qui seront déplacés en ce moment, et un appui court change le point de connexion du condensateur. Dans ce mode, il est possible de mesurer la puissance d'entrée et le TOS en ligne. L'ensemble du processus est accompagné d'une indication claire.

Modifications possibles de l'appareil

Le microprocesseur et son logiciel permettent de contrôler une série de 5 à 7 inductances et de 5 à 7 capacités, avec un pas croissant linéairement, ou non linéairement. Les valeurs nominales des composants peuvent être arbitraires, leurs valeurs peuvent être spécifiées dans les paramètres du micrologiciel lors de la programmation du processeur pour afficher correctement les valeurs à l'écran.

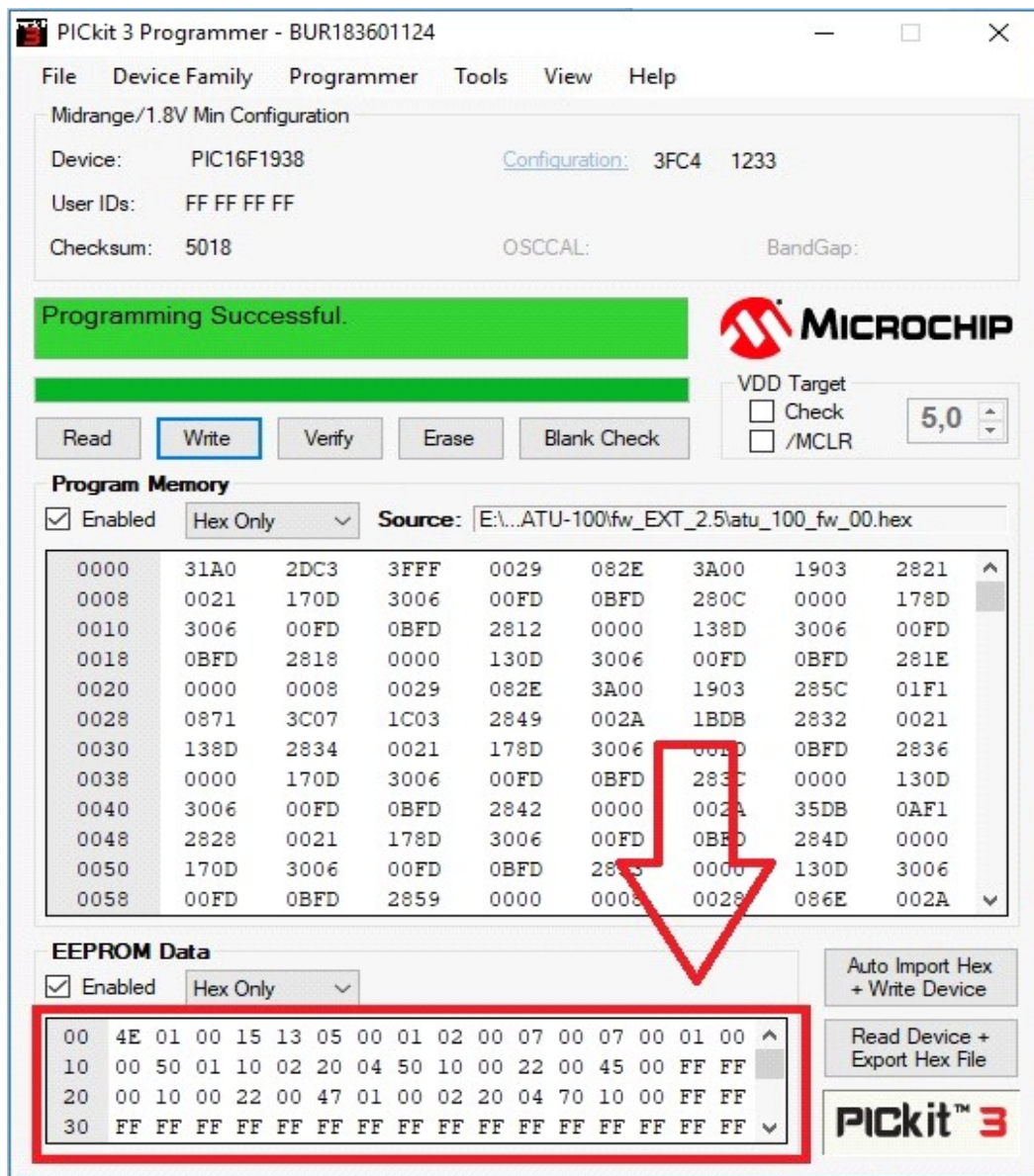
Lors du choix du nombre d'éléments inférieur au maximum (7), les bits inférieurs du bus de contrôle fonctionnent. Une configuration incorrecte du micrologiciel ou des erreurs dans la séquence des éléments de commande peuvent entraîner des pannes lors de la configuration ou l'impossibilité totale de configurer. Dans le même temps, une indication exacte des valeurs peut affecter uniquement la précision de leur affichage sur l'écran, mais pas le fonctionnement de l'algorithme de réglage.

Caractéristiques techniques,

La plage de tensions d'alimentation autorisées : 10 - 15 V DC
Consommation de courant maximale : 400 mA*
Débit de travail maximal : 100 watts
Puissance maximale mesurée possible : 150 watts
Puissance minimale requise pour démarrer le réglage : 5 watts **
La puissance mesurée minimale possible : 0,1 watts
Pas de mesure à puissance jusqu'à 10 Watts : 0,1 Watt
Pas de mesure avec une puissance supérieure à 10 watts : 1 watt
Précision de la mesure de puissance : 10%
Inductance maximale installée : 8,53 µH
L'étape d'installation minimale de l'inductance : 0,05 µH
Capacité maximale installée : 1869 pF
Étape d'installation de capacité minimale : 10 pF
* Consommation typique 150-200 mA
** Certains paramètres peuvent être modifiés si nécessaire.

Modification des paramètres par défaut

Lors de la programmation du microprocesseur, outre l'écriture directe dans le code de contrôle (programme), il est également proposé d'enregistrer un petit nombre de cellules de la mémoire réinscriptible EEPROM. Les informations contenues dans ces cellules peuvent être modifiées par l'utilisateur avant la programmation. Lors de chaque démarrage du processeur, son programme lit d'abord les données des cellules de la mémoire à long terme afin d'utiliser ultérieurement ces informations pour le travail. Ainsi, l'utilisateur peut facilement modifier de nombreux paramètres de l'appareil sans comprendre les processus de développement logiciel beaucoup plus complexes.



Ci-dessus sont décrites en détail toutes les cellules importantes utilisées dans cette version du firmware.

Veuillez noter que la numérotation des cellules commence à zéro et que la numérotation est donnée en code hexadécimal. La numérotation avec de telles règles est appelée "adressage", et le numéro de cellule dans ce format est appelé "l'adresse de la cellule". Par exemple, la cellule avec l'adresse 10 n'est pas la dixième cellule du compte. Ce sera la 16ème cellule. Ci-dessous seront données uniquement les adresses des cellules, puisque l'adressage est utilisé dans le programme de programmation du processeur.

Les données dans les cellules elles-mêmes représentent également des valeurs en code hexadécimal, cependant, cela est fait pour la commodité des utilisateurs qu'il n'y aura pas besoin de convertir nos valeurs habituelles en format hexadécimal. Ainsi, par exemple, pour enregistrer des valeurs de puissance de 15 watts, il suffit d'écrire le nombre 15 dans la cellule, et pour régler le SWR 1.7, écrivez simplement le nombre 17. Lisez attentivement la description et concentrez-vous sur les valeurs par défaut.

Le micrologiciel (firmware) peut être lu à partir du microprocesseur. Ensuite, changer les cellules de mémoire et réécrire. Pour remettre toutes les valeurs aux valeurs par défaut, il suffit de re-flasher le firmware d'origine.

00 — Cellule de réglage de l'adresse I2C de l'écran connecté.

La carte d'extension de port pour l'affichage 1602 réalisée sur la puce PCF8574AT a l'adresse 7E, sur la puce avec l'indice «T» - 4E. Les écrans OLED ont généralement une adresse de 78 ou 7A. Il est permis d'enregistrer n'importe quelle adresse dans la cellule pour un fonctionnement normal avec le périphérique I2C connecté. La valeur par défaut est 4E, ce qui correspond à l'écran LCD 1602 avec une carte d'extension avec la puce PCF8574T.

01 — Cellule pour indiquer le type d'écran connecté.

Une valeur de 00 correspond à une LED bicolore connectée.

Valeur 01 - 1602 LCD avec carte d'extension de port.

Valeur 02 - Affichage OLED 128 * 32, 03 - Affichage OLED 128 * 32, une image inversée.

Valeur 04 - Affichage OLED 128 * 64, 05 - Affichage OLED 128 * 64, une image inversée.

Attention! Le travail avec des écrans autres que ceux décrits ci-dessus n'est pas fourni par l'appareil.

02 — Cellule d'activation automatique.

Si vous envisagez d'utiliser l'appareil sans boutons supplémentaires, vous pouvez activer le mode automatique en définissant la valeur sur 01. La valeur par défaut est 00. Lorsque vous activez le mode à partir du bouton, le processeur écrira la valeur 01 dans cette cellule, rappelant ainsi le choix de l'utilisateur.

03 — cellule de temporisation après avoir donné un signal pour activer ou libérer un relais.

Ce temps comprend également le temps nécessaire pour établir la tension à la sortie du détecteur RF après que les relais ont été établis aux positions spécifiées. Spécifiée en millisecondes, la valeur par défaut est 15. Une durée trop courte peut entraîner des dysfonctionnements pendant le processus de réglage.

04 — cellule pour définir les paramètres de seuil en mode automatique.

Il est enregistré au format : le premier nombre est la partie entière du SWR, le deuxième nombre est les dixièmes. La valeur par défaut est 13. Autrement dit, lorsque le mode automatique est activé, le processus de réglage sera déclenché lorsque le SWR est supérieur à 1,3 et lorsqu'il passe à (1,3 — 1).

05 — cellule d'alimentation minimale requise pour démarrer la configuration.

Enregistré au format: le premier nombre - des dizaines de watts, le deuxième nombre est des watts.

La valeur par défaut est 05, c'est-à-dire que le réglage ne fonctionnera qu'à une puissance d'entrée d'au moins 5 watts ou plus. Une valeur trop faible peut entraîner un réglage insuffisamment fin.

Dans le mode de mesure haute puissance (la cellule 30 est activée), la valeur de la cellule se règle en dizaines de watts. Autrement dit, le 05 installé correspond à 50 watts, 12 à 120 watts.

06 — cellule pour une puissance maximale pour un réglage en toute sécurité.

Si la puissance d'entrée est supérieure à cette valeur, le réglage ne sera pas effectué et l'appareil attendra que le niveau de puissance soit défini par l'utilisateur. Enregistré dans le même format. Si la valeur est 00, la vérification de la puissance maximale n'est pas effectuée. La valeur par défaut est 00. Dans le mode de mesure haute puissance (la cellule 30 est activée), la valeur de la cellule se règle en dizaines de watts. C'est-à-dire que le 10 installé correspond à 100 watts, 25 à 250 watts.

07 — cellule pour définir le décalage des lignes vers le bas (déplacement vertical) pour les écrans OLED.

Peut être nécessaire pour certains affichages. La valeur par défaut est 01.

08 — cellule pour définir les lignes de décalage vers la gauche (déplacement horizontal) pour les écrans OLED.

Peut être nécessaire pour certains affichages. La valeur par défaut est 02.

09 — cellule pour définir la valeur SWR initiale maximale, lors du réglage. Les valeurs sont spécifiées dans le format : le premier nombre est la partie entière SWR, le deuxième nombre est les dixièmes. Si la valeur est 0, la vérification n'est pas effectuée et le réglage fonctionne toujours. La valeur par défaut est 0.

- 0A — cellule pour définir le nombre d'inductances installées, peut être 05, 06 ou 07. La valeur par défaut est 07.
- 0B — si la ligne d'inductance a un pas linéaire, 01 doit être entré dans la cellule. La valeur par défaut est 00.
- 0C — cellule pour définir le nombre de capacités installées, peut être 05, 06 ou 07. La valeur par défaut est 07.
- 0D — si la ligne des capacités a un pas linéaire, 01 doit être entré dans la cellule. La valeur par défaut est 00
- 0E — active la correction logicielle de la non-linéarité du détecteur RF de la diode. Il doit être désactivé si le circuit a une correction matérielle. La valeur par défaut est 01 (activé).
- 0F — contrôle d'inductance inverse. Il est nécessaire de s'allumer lors de l'utilisation d'un relais avec des contacts normalement ouverts pour la commutation des inductances. La valeur par défaut est 00 (désactivé).

A partir de l'adresse 10, les valeurs des inductances installées. Deux cellules par valeur sont utilisées, en commençant par la plus petite inductance. Les inductances sont écrites en nanoHenry. Par exemple, 4 μH correspond à 4 000 nanogenry. Nous écrivons dans les cellules 40 00. 110 nanoHenry - écrivez 01 10. Au total, 14 cellules sont utilisées, deux pour chaque inductance installée.

A partir de l'adresse 20, les valeurs des condensateurs installés. Toutes les valeurs en picofarad. Par exemple, 82 picofarads s'écrivent 00 82. 1,2 nanofarads s'écrivent 12 00. 14 cellules sont utilisées, deux pour chaque condensateur .

- 30 — capacités de mesure de puissance d'installation de cellules jusqu'à 9999 watts. Pour un bon fonctionnement, vous devez utiliser un match en tandem avec un rapport de transformation approprié. Activation à la valeur 01. Par défaut il est désactivé, valeur 00.
- 31 — cellule de réglage d'un rapport de tours du match en tandem dont dépend la limite supérieure de la puissance mesurée. La valeur par défaut est 10, ce qui correspond à une puissance maximale mesurée d'environ 150 watts.
 Pour pouvoir mesurer une puissance jusqu'à 1500 watts, vous devez utiliser le mode d'indication de puissance élevée et une correspondance en tandem avec un rapport de 1 à 32.
 Si la puissance ne dépasse pas 40 watts, il est logique d'utiliser un match en tandem avec un rapport de 1: 5 tours, ce qui permettra de mieux fonctionner avec une puissance minimale de 1 à 5 watts.
 Pour les autres valeurs de puissance, le rapport de spires doit être calculé de manière à ce que la tension aux entrées de mesure du microprocesseur à la puissance maximale ne dépasse pas 4,096 Volts pour le processeur PIC16F1938 et 5,0 Volts pour le processeur PIC18F2520.
- 32 — vendu pour le réglage du temps d'affichage lumineux ou de son rétroéclairage, en secondes. Le rétroéclairage brille lorsque vous appuyez sur n'importe quel bouton et si l'alimentation RF entre en entrée. Par défaut, il est désactivé, valeur 00.
- 33 — cellule pour le réglage d'un mode d'indication supplémentaire, valeur 00 — pour indiquer L et C uniquement.
 valeur 01 - pour indiquer la puissance fournie à l'antenne et l'efficacité du fider et de l'émetteur lorsque la puissance d'entrée est suffisante pour une mesure SWR correcte.
 Par défaut est activer, valeur 01.

Avertissement!!! L'appareil ne tient pas compte de sa propre efficacité.

- 34 — cellule pour définir un rapport de perte de puissance d'alimentation, le premier nombre - partie entière de décibel, deuxième nombre - 1/10 de décibel. Velue par défaut — 1.2 (12 écrits dans la cellule). cette valeur sert à compter la puissance délivrée à l'antenne. La valeur de perte

peut être trouvée dans les données de référence pour le câble utilisé ou vous pouvez mesurer la valeur exacte vous-même.

S'il n'est pas nécessaire de prendre en compte les pertes d'alimentation, la valeur 00 doit être écrite dans la cellule, les calculs ne correspondront alors qu'aux pertes de désadaptation.

© David Fainitski, N7DDC
2019