

# AVR-es tranzisztor-teszter beállítása

Szerző: pluto, idő: Szept 27, 2013

[https://www.hobbielektronika.hu/cikkek/avr-s\\_tranzisztorteszter\\_beallitasa.html](https://www.hobbielektronika.hu/cikkek/avr-s_tranzisztorteszter_beallitasa.html)

## 1. Előszó

Az AVR-es tranzisztor-teszter topicot olvasva, kristálytisztán kirajzolódik, hogy – néhány kivételtől eltekintve – sokan megépítették ezt a hasznos kis szerkezetet anélkül, hogy tisztában lettek volna vele, milyen lehetőségeik is vannak valójában. A topicban feltett kérdések egyértelműen információ hiányra utalnak, melyek feltehetőleg a nyelvi nehézségekből fakadnak. Ez a leírás ezt az űrt próbálja kitölteni. Természetesen nem pótolja a kézikönyvet, de az általam legfontosabbnak vélt dolgokat átemeli az eredeti leírásból.

Őszintén remélem, hogy aki már megépítette, annak is hasznos információkkal szolgál ez a kis leírás, aki pedig még nem, az kedvet kap az építésre. A végén bemutatom az általam, saját igényeimre szabott készüléket. Senki se veszítse szem elől, hogy ez egy nagyon hasznos segítőtárs, de a pontosságától ne várjunk csodát (mint tudjuk a való világból: csodák nincsenek), viszont feltétlenül helye van a műhelyasztalon.

A pontosságra visszatérve: az összes információ itt van, melyek segítségével a számunkra legoptimálisabb módon tudjuk behangolni a készüléket. Minél tovább állítgatjuk, annál inkább ráérezünk a működési elvére, amiből viszont tanulunk, és ez sem egy elhanyagolható szempont. Tehát nem a megépítésre helyezzük a hangsúlyt, hanem a beállításra, a software finomhangolására.

## 2. Bevezetés

Az első verziót Markus Frejek 2009. márciusában tette közzé a mikrocontroller.net-en. A tovább fejlesztésre 2012. februárjában került sor, amikor is Karl-Heinz Kübbeler vette kezébe a dolgokat – mint finoman megjegyezte – „egy picit értek az AVR programozáshoz és ezért elemeztem, majd változtattam a forráskódon”. Ez annyit tesz, hogy rendesen "gatyába rázta" a firmware-t, valamint kiegészítette a kapcsolási rajzot, illetve változtatott rajta, mindezt úgy, hogy az eredeti NYÁK továbbra is használható maradt. Ez a hardware-es lefelé kompatibilitás az egyik nagy előnye a készüléknek, de a legnagyobb hátránya is, mivel blokkolja a fejlesztést. Elképzelhetőnek tartom, hogy ha a software eljut egy olyan szintre, hogy új hardware komponensek nélkül nincs tovább, akkor vagy leáll a projekt (személy szerint ezt valószínűsítem, mivel egy ember viszi a hátán az egészet), vagy kialakul egy új fejlesztési ág, ahol a hardware-kompatibilitás már nem gátja a fejlődésnek. Ezzel persze nem ért véget az ügy, mert azóta sem állt le a fejlesztéssel és jelenleg (a cikk írásának pillanatában) már az 1.07k verziónál tart.

A fejlesztési ágban viszont már lezárásra vár az 1.08k verzió. Az általa bevezetett új funkciók miatt javasolta a „Tranzisztor-teszter” elnevezést, „Alkatrész-teszter”-re változtatni. Innen tudunk mindent letölteni:

<http://www.mikrocontroller.net/svnbrowser/transistortester/?view=tar>

A „tags” nevű alkönyvtár a lezárt verziók gyűjtőhelye, a „trunk” a fejlesztői ág. Mindenekelőtt lássuk, hogy mit tud a készülék, egyáltalán miről beszélünk.

### 3.Tulajdonságok

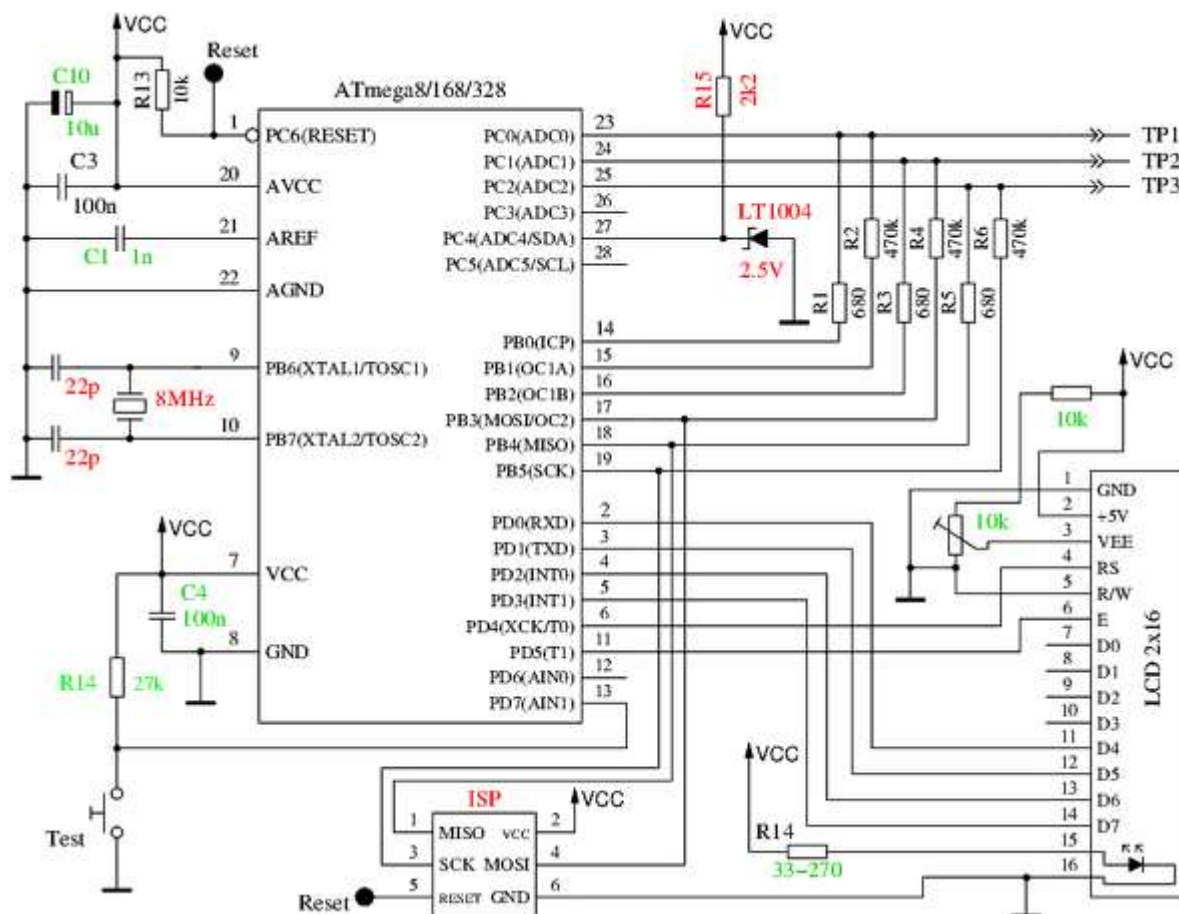
- Felhasználható processzorok, ATmega8, ATmega168, ATmega328. Az előrehaladott fejlesztéseknek köszönhető új funkciók miatt az ATmega8 használata már nem ajánlott. A legjobb választás az ATmega328.
- A mérési eredmények egy 2x16-os LCD kijelzőn lesznek megjelenítve.
- Egy nyomógombos használat, automatikus kikapcsolással.
- Három univerzális mérőpont. (Test-Pin)
- Áramfelvétel lekapcsolt állapotban 20nA (maradékáram), így elemről is üzemeltethető. Az 1.05k verziótól a mérési szünetekben alvó állapotba vált az ATmega168 vagy ATmega328, az áramfelvétel csökkentése érdekében.
- Automatikus felismerés: NPN, PNP, N- és P-MOSFET, JFET, dióda, kettős dióda, tirisztor és triak.
- A felismert alkatrészek láb kiosztásának kijelzése.
- Bipoláris tranzisztoroknál áramerősítési tényező valamint bázis – emitter nyitóirányú küszöb feszültség.
- A darlington-tranzisztorok a magasabb küszöb feszültség és a nagyobb áramerősítési tényezőről ismerhetők fel.
- Bipoláris tranzisztor és MOSFET védődióda automatikus felismerése.
- MOSFET küszöb feszültség és a gate-kapacitás értékének mérése.
- Két ellenállás egyidejű mérése, az ellenállás-érték maximálisan 4 tizedes jegyig, a megfelelő méréstartományban való megjelenítése. Így egy potenciométer kimérése is lehetséges, amennyiben nincs valamelyik irányban maximálisan kitérítve.
- Jelenleg az ellenállásmérés felbontása 0,01  $\Omega$ . A felső méréshatár 50 M $\Omega$ . (megjegyzés: A felbontás semmi este sem keverendő össze a pontossággal, hiába sugallja ezt a felbontás értéke!)
- Kondenzátorok kapacitás-értékének maximálisan 4 tizedes jegyig, a megfelelő méréstartományban való mérése. Az alsó méréshatár 25 pF (8 MHz processzor órajel) vagy 50 pF (1 MHz), a maximum 100 mF. A felbontás 1 pF (8 MHz).
- Kondenzátoroknál, melyek kapacitása nagyobb, mint 0,18  $\mu$ F, ESR mérést is végez 0,01  $\Omega$  felbontással. Ez a funkció csak az ATmega168 vagy ATmega328-nál elérhető.
- 5000 pF feletti kapacitásnál mérhető a feszültségvesztés (esés) egy rövid töltőáram impulzus után. (Vloss) Ezekből az értékből következtethetünk a kondenzátor jóságára.

- Két dióda egyidejű mérése is lehetséges, ilyenkor helyesen mutatja a mérendő diódák irányát és méri a küszöb feszültségüket.
- Egy dióda záró irányú kapacitás-értékét automatikusan méri.
- Zener diódák akkor ismerhetőek fel, ha a zener feszültség 4,5 V alatt van.
- Nagy értékű zener méréséhez létezik egy kiegészítő áramkör.
- 2100  $\Omega$  alatti ellenállásoknál kapacitásmérést is végez. (A pontosság ilyenkor nem túl nagy!) Csak ATmega168 vagy ATmega328 esetén.
- A mérési idő ca.: 2 s. (Kapacitás- és induktivitás-mérés tovább tarthat!)
- A software beállítható sorozat-mérésre. Csak az előre meghatározott mérések után kapcsol le automatikusan.
- Beépített teszt-funkció: opcionálisan 50 Hz frekvencia generátor; a pontosság ellenőrzésére.
- Tirisztor és triak esetében a korlátokat is figyelembe kell venni. Ott ahol a gyújtó áram magasabb, mint ami a méréshez rendelkezésre áll (ca. 6mA) nem lehetséges a mérés.

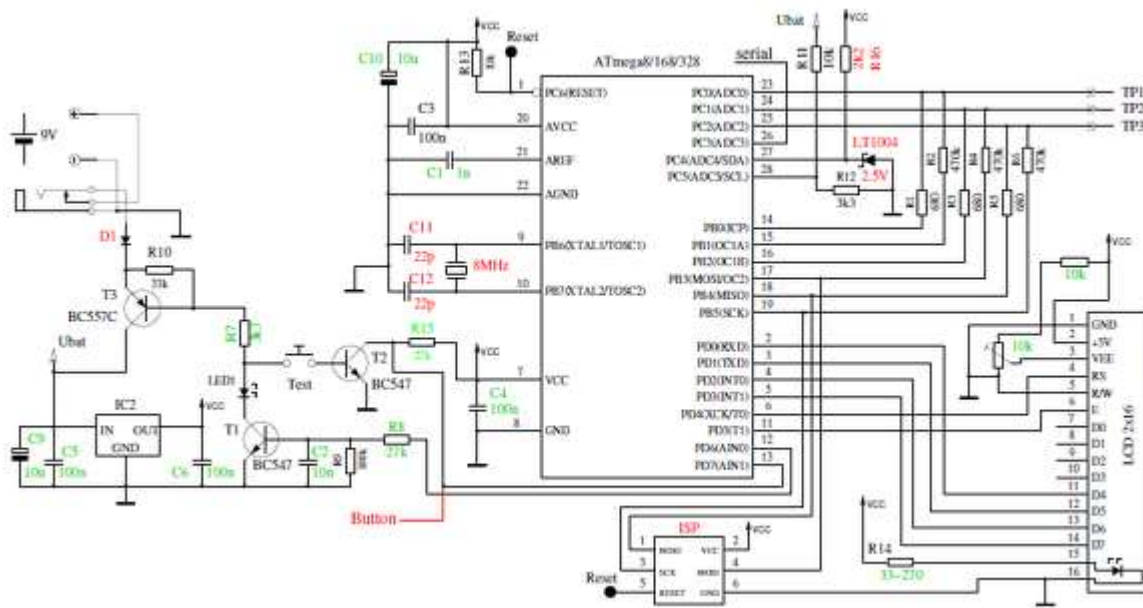
#### 4. Felépítés

Két, különböző "alap"-kapcsolási rajz létezik, automata lekapcsolással és a nélkül.

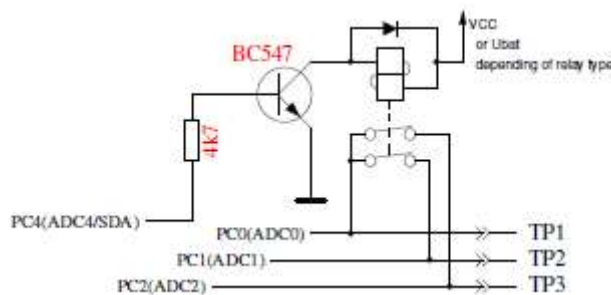
Az egyszerű változat:



Automata lekapcsolással:

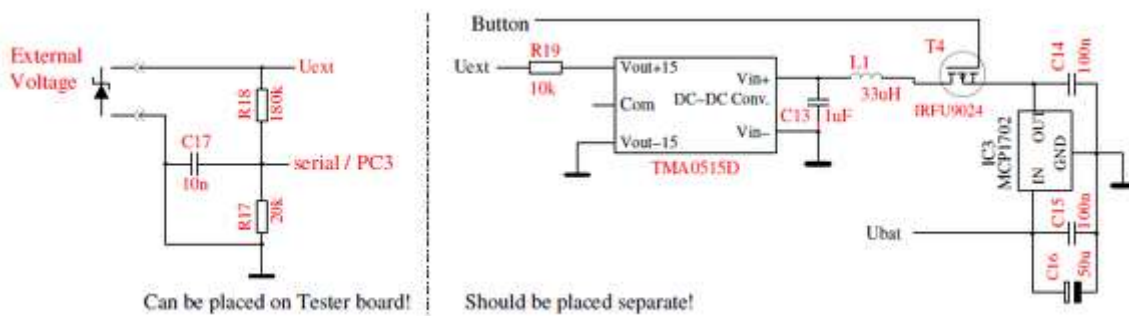


A zölddel jelölt alkatrészek értéke vagy elhelyezése változott az eredeti Markus Frejek-féle verzióhoz képest. A pirossal jelöltek opcionálisak, melyekkel bővítve lett az áramkör. Az ATmega bemenetek védelme érdekében (nem kisütött kondenzátorok) ajánlott a következő relés védőkapcsolást alkalmazni:



A nyugalmi állapotú relé kontaktok védik a bemeneteket feszültségmentes állapotban, mivel a három teszt-pin rövidzában van. A relé csak a mérés alatt húz be és akkor kerülnek a bemenetek nyitott helyzetbe.

Bővítőmény, zener feszültség mérésére:



## 5. A Firmware

A megépítés után, ha biztosra akarunk menni, az első felprogramozásnál használjuk a kész HEX és EEP fájlokat, amivel nem tudunk nagyot hibázni. Ezek a fájlok - úgy a lezárt, mint a fejlesztési ágban - Atmega168-ra lettek fordítva, ami azt jelenti, hogy a 168-as és a 328-as Atmegával is fut (megjegyzés: ugyanez fordítva már nem igaz). A fájlokat a kiválasztott ág default könyvtárában találjuk.

Biztosíték bitek beállítása, külső kvarc felhasználásánál:

ATmega168 -> lfuse:0xf7 hfuse:0xdc efuse:0xf9

ATmega328 -> lfuse:0xf7 hfuse:0xd9 efuse:0xfc

Felprogramozás után, ha minden rendben van megépítve, már működni is kell a mi kis „műszerünknek”. Ami viszont nagyon fontos, hogy távolítsuk el az ISP programozó kábelt, mert bezavar a mérésbe. Most jöhet az önellenőrzés és kalibrálás, amit a három pin rövidre zárásával indítunk. Mielőtt ennek nekikezdenénk, készítsünk elő egy jobb minőségű kondenzátort – nem elektrolit – melynek értéke tetszőleges, 100 nF és 20  $\mu$ F közötti. Zárjuk rövidre a három mérőbemenetet és nyomjuk a START gombot. A program felismeri a rövidzárat és indítja az önellenőrzést. A teszt befejezése után visszavált mérés üzemmódra. Mielőtt elkezdené a tesztelést, kiméri mind a három bemeneti kombináció rövidzár alatti ellenállását – T1:T3 T2:T3 és T1:T2 – mely értékeket aztán a jövőbeni ESR- és a 10  $\Omega$  alatti ellenállások mérésnél figyelembe vesz. A teszt futása alatt a kijelző bal felső sarkában látható Tx mutatja, hogy éppen hol tart. Az x a teszt sorszámát jelöli. Minden lépést négyszer ismétél, mielőtt tovább lépne, viszont a START gombbal továbbléptethetjük és akkor nem ismétél.

A jelenleg beépített tesztfunkciók:

T1: Az 1,1 V referencia feszültség (band gap Reference) mérése. Az első sorban a „Ref=” után jelenik meg az érték mV-ban. Ideális érték: 1100

T2: A 680  $\Omega$  ellenállások összehasonlítása. Az első sorban ezt látjuk: „+RL- 12 13 23”. A jelentése: RL -> Resistor Low (680  $\Omega$ ). A „12” jelentése: az 1-es bemenet ellenállása VCC (+)-re kapcsol, a 2-es bemenet GND (-)-ra. A második bejegyzésnél az 1-es bemenet mint előzőleg, viszont itt a 3-as csatlakozik a GND-ra. A harmadiknál a 2-es van VCC-n és a 3-as GND-on. Az eredmény a második sorban látható, mint az elméletileg számolt és mért érték különbsége. Ideális érték: 0.

T3: A 470 k $\Omega$ -os ellenállások összehasonlítása. Az első sorban ezt látjuk: „+RH- 12 13 23”. Pontosan megegyezik az előző ponttal. Ideális érték: 0

T4: Itt nem történik mérés, ellenben megjelenik az „isolate Probe!” kiírás, ami annyit tesz, szüntessük meg a három mérőbemeneten létrehozott rövidzárat. Amíg ezt meg nem tesszük, nem lép tovább.

T5: Itt teszteli a 470 k $\Omega$ -os, GND-ra csatlakoztatott ellenállásokkal GND-ra húzott mérőbemeneteket. Az első sorban „RH-” látható. A második sorban mindhárom mérőbemenetre 0 mV-ot kellene mutatni.

T6: Hasonló mint T5, csak itt VCC-re húzza a mérőbemenetet. Az első sorban „RH+” látható. A második sorban szintén 0 mV-ot kellene látnunk, mivel a mért feszültség és a VCC különbségét írja ki. Nagy eltérések az ideális értéktől szigetelési problémákra utalhatnak, mint például folyasztószer maradványok. Rossz esetben akár porthiba is okozhatja.

T7: Itt méri a 470 k $\Omega$ /680  $\Omega$  feszültég-osztót. Az első sorban „RH/RL” látható. A második sorban az elvárt és a mért érték különbségét írja ki, mind a három ellenállás párra. Néhány mV eltérés már utalhat egy hibás alkatrész beültetésre.

T8: Méri a belső ellenállását egy GND-ra kapcsolt port kimenetnek. Ezt és a következő méréseket csak a MAKEFILE-ben aktivált AUTO\_CAL esetén hajtja végre. A PortC GND-ra kapcsolt kimenetének belső ellenállását a VCC-re kapcsolt 680R ellenállás áramával méri. Csak az ADC port 3 bemenete mérhető. A PB0, PB2, PB4 portok mérése a hardware változtatása nélkül nem lehetséges. Ezért egyszerűen feltételezzük, hogy a különböző portok belső ellenállása majdhogynem egyforma. Az ellenállásérték a következő lépésben kerül kiírásra.

T9: Méri a belső ellenállását egy VCC-re kapcsolt port kimenetnek. Lényegében ugyan az a mérés mint az előző. A T9 eredménye az első sorban kerül kiírásra „RI\_Hi=”  $\Omega$ -ban. A T8 eredménye a második sorban, „RI\_Lo=”.

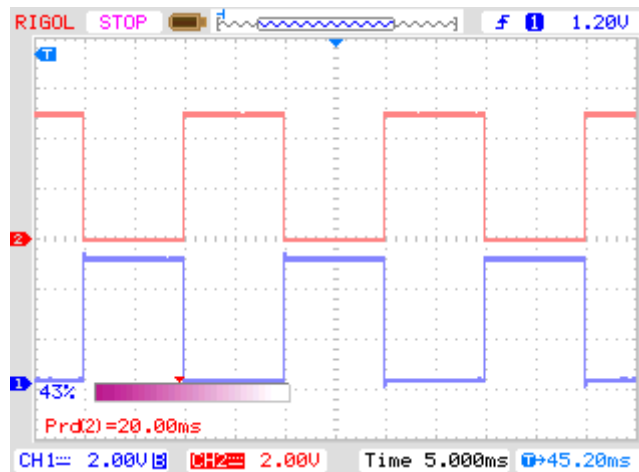
T10: Kondenzátor-méréshez szükséges null offszet beállítása. Az 1:3 2:3 1:2 pin kombinációkhoz tartozó offszet értékeket adja meg az első sorban „C0 ” mögött pF-ban. A software egy előre meghatározott értéket – ca. 39 pF – használ a mérési eredmény kiadásánál. Ennél a tesztnél semmilyen korrekciót nem vesz figyelembe a software. A kimért null offszett értékek - a fordított pin kombinációk is - az EEPROM-ba kerül letárolásra, amennyiben az értékük 70 pF alatt van. Vegyük figyelembe, ha változtatunk a mérési elrendezésen (kábelek, krokodil csipeszek, stb.), futassuk újra a tesztet!

T11: Itt vár a software, hogy az 1-es és 3-as bemenetre csatlakoztassuk az előkészített kondenzátort, ami semmi esetre sem lehet elektrolit. Érték: 100 nF - 20  $\mu$ F. Ezzel készítjük elő az analóg komparátor offszet mérését.

T12: A komparátor offszet mérése. A méréshez szükséges a csatlakoztatott kondenzátor. A kondenzátorra a kondenzátormérésnél használt töltőfeszültség tárolásához van szükség (puffer), mégpedig a töltőfeszültség és a referenciafeszültség különbségének

meghatározásához. A sikeres mérés után a korrekciós érték az első sorban a „REF\_C=” után kerül kiírásra, majd elmenti az EEPROM-ba. Ha a Makefile-ban az AUTOSCALE\_ADC opció aktív, úgy kiegyenlítésre kerül az ADC erősítés a belső referencia feszültséggel. (A belső 1,1 V referencia feszültséget, a bandgap referenciából állítja elő egy belső erősítő.) Ez a mérés az 1 V alatti kondenzátor feszültséget hasonlítja össze először a VCC referenciával, majd a belső referencia feszültséggel. A mért különbséget a második sorban a „REF\_R=” után írja ki, majd menti az EEPROM-ba. A Makefile-ban megadható „REF\_R\_KORR=” értéke pedig csak egy további offset az automatikusan kimért offset mellett.

A teszt végén a „Test end” kiírás jelenik meg az első sorban, valamint a software verziószáma a másodikban. Ha a Makefile-ban a FREQUENCY\_50 HZ opció aktivált, úgy egy 50 Hz-es négyzögjelet ad ki a 2-es mérőbemeneten, és a 3-ason ugyan ezt, csak ellentétes fázissal. Az 1-es a GND. Az áramot a 2-es és 3-as mérőbemeneten a 680  $\Omega$  ellenállás korlátozza. A jelet 30x egymásután két másodperces intervallumokban adja ki. Ennek értelme, hogy lássuk az egész rendszer pontosságát, mivel az időzítésektől nagyban függ a kondenzátormérés pontossága.



## 6. A Firmware finomhangolása

A szerző az AVRdude segítségével fejleszt. Mi most az AVRStudio 6.xx verzióját használjuk, mégpedig parancssoros „üzemmódban”. Vagyis semmi másra nincs szükségünk, mint egy telepített AVRStudio 6.xx-re, valamint egy egyszerű szövegszerkesztőre, mellyel a Makefile-t szerkeszthetjük. Mindenkinek csak ajánlani tudom a Notepad++ alkalmazást, ami kifejezetten erre lett kihegyezve. Letölthető innen: <http://notepad-plus-plus.org/>. A fordítás menete a következő: a Start menüben felhívjuk az Atmel/Atmel Studio 6.x Command prompt bejegyzést. Itt megnyílik egy parancssoros ablak, majd elballagunk abba a mappába, ahol az általunk szerkesztett Makefile található. Itt azt mondjuk, hogy „make all”, mire a compiler szépen lefordítja a forráskódot és létrehozza a HEX és EEP fájlt, amit aztán már égethetünk is.

És most a lényeg, a MAKEFILE opciók:

PARTNO a felhasznált processzor

m8 = ATmega8

m168 vagy m168p = ATmega168

m328 vagy m328p = ATmega328

Default: PARTNO = m168

UI\_LANGUAGE a jelenleg rendelkezésre álló nyelvi változatok: LANG\_ENGLISH, LANG\_GERMAN, LANG\_POLISH, LANG\_CZECH, LANG\_SLOVAK, LANG\_SLOVENE, LANG\_DUTCH

Default: UI\_LANGUAGE = LANG\_ENGLISH

LCD\_CYRILLIC abban az esetben, ha egy cyril karakterkészletű LCD-t használunk. A „μ” és az „Ω” hiányzik a karakterkészletből. Az opció megadásával a software betölti mindkét karaktert.

CFLAGS += -DLCD\_CYRILLIC

Default: -----

LCD\_DOGM Amennyiben az LCD, ST7036-s vezérlővel dolgozik, a kontraszt a programból van állítva. Software verzió 1.08k-tól.

CFLAGS += -DLCD\_DOGM

Default: -----

STRIP\_GRID\_BOARD Ez az opció a PortD pin kiosztását változtatja meg egy adott próbapanel használatakor. Erre nem tér ki ez a leírás.

Default: -----

WITH\_SELFTEST Az opció aktiválja a Software-be épített teszt funkciót, amit három a mérő bemenet rövidre zárásával, valamint mérésindítással aktiválunk.

Default: CFLAGS += -DWITH\_SELFTEST

AUTO\_CAL A kondenzátorméréshez szükséges offset kiegyenlítés értékét visszaírja az EEprom-ba, így további mérésekhez használható. Amennyiben a null-offset beállítása után csatlakoztatunk egy 100 nF - 20 μF értékű kondenzátort az 1-es és 3-as mérő pin-re, akkor az analóg komparátor offset értéke is meghatározásra kerül. A port kimenetek ellenállása minden méréskezdésnél újra meghatározásra kerül.



Default: CFLAGS += -DAUTO\_CAL

FREQUENCY\_50HZ A kalibráció végén egy percen keresztül a Port2 és Port3 kimenetekre ad 50Hz-es szignált.

CFLAGS += -DFREQUENCY\_50HZ

Default: -----

WITH\_AUTO\_REF Kisebb kapacitású (< 40  $\mu$ F) kondenzátorok mérésénél, méri a referenciafeszültséget a megfelelő mérési faktor meghatározására.

Default: CFLAGS += -DWITH\_AUTO\_REF

REF\_C\_KORR Kapacitásmérésnél a kiolvasott referenciafeszültséghez ad egy offset értéket (mV). Kisebb kondenzátorok kapacitásmérésének finomhangolására használjuk. Amennyiben az AUTO\_CAL opciót is választottuk, a megadott érték csak még egy plusz offset, a komparátor-offset mellett. Egy 10-es érték cirka 1%-kal csökkenti a mérési eredményt.

Default: CFLAGS += -DREF\_C\_KORR=12

REF\_L\_KORR Induktivitás mérésnél adhatunk a referenciafeszültséghez még egy offset értéket (mV). A REF\_C\_KORR offset, illetve a kalibrációnál talált offset is figyelembe van véve az induktivitás mérésnél. Amennyiben a mérés a 680  $\Omega$  ellenállás nélkül megy végbe, úgy az érték kivonásra kerül, ellenkező esetben hozzáadódik.

Default: CFLAGS += -DREF\_L\_KORR=40

REF\_R\_KORR A belső referenciafeszültséghez ad egy offset értéket (mV). Ezzel az offset értékkel kiegyenlíthető a referenciafeszültség váltásból adódó eltérés az ellenállásmérésnél. Ha az AUTO\_CAL opciót választottuk, akkor ez csak egy offset érték az AUTO\_CAL funkcióban talált feszültségkülönbséghez.

Default: CFLAGS += -DREF\_R\_KORR=3

C\_H\_KORR Korrekciós lehetőség, nagyobb kondenzátorok méréséhez. Egy 10-es érték cirka 1%-kal csökkenti a mérési eredményt.

Default: CFLAGS += -DC\_H\_KORR=0

WITH\_UART A pin PC3-t soros szöveg kiadására használja (V24). Ha az opciót nem használjuk, úgy a PC3-ra tehetünk egy 10:1-es feszültségosztót, amivel például z-diódák letörési

feszültségét mérhetjük. Ezt a mérést másodpercenként háromszor végzi el a készülék, amíg a START gombot nyomva tartjuk.

Default: CFLAGS += -DWITH\_UART

CAP\_EMPTY\_LEVEL Itt határozzuk meg azt a töltési szintet (mV), ahonnan már egy kondenzátort üresnek tekinthetünk. Az érték növelhető, ha a kondenzátor kisülése egy meghatározott időn belül nem fejeződik be. Ebben az esetben a készülék egy hosszabb mérési ciklus után, „Cell!” hibajelentéssel reagál.

Default: CFLAGS += -DCAP\_EMPTY\_LEVEL=4

AUTOSCALE\_ADC Bekapcsolja az automatikus tartományérték választót. Az ADC vagy a Vcc-t használja, vagy a belső referencia feszültséget. A belső referencia feszültség ATmega8-nál 2,56 V, a többinél 1,1 V.

Default: CFLAGS += -DAUTOSCALE\_ADC

ESR\_ZERO A nulla értékét adja meg az ESR mérésnél. A megadott értékre cseréli a kalibrációnál meghatározott mindhárom pin kombinációjának a nulla értékét. A nulla érték, a méréssel meghatározott értékből kerül levonásra.

Default: CFLAGS+= -DESR\_ZERO=20

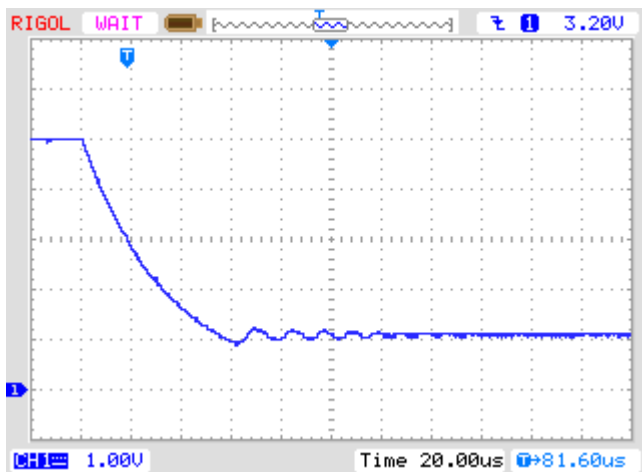
NO\_AREF\_CAP Ezzel jelezzük a software felé, hogy az AREF Pin (Pin21) nincs kondenzátorral hidegítve. Rövidebb időket eredményez aktivált AUTOSCALE\_ADC opciónál az átkapcsolásnál, bár valójában 1 nF értékű kondenzátort csatlakoztatunk. Egy kicsit bővebben:

Az AREF pin 100 nF helyett 1 nF-os kondenzátort kapott. Ennek az oka nagyon tanulságos. Egészen odáig, hogy a referencia feszültség állandó, a 100 nF rendben van.

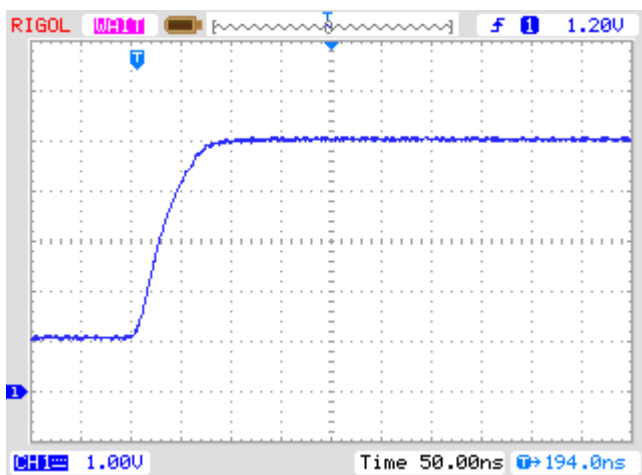
Abban az esetben viszont, ha a software-t az ATmega 168/328-ra fordítjuk, az 5 V referencia feszültségről automatikusan átvált a belső 1,1 V referencia feszültségre, amennyiben a mérendő feszültség 1 V alá esik, a magasabb felbontás érdekében.

Sajnos az 5 V -> 1,1 V átváltás meglehetősen lassú, ca. 10 ms. A kondenzátor cseréjével viszont az átváltási idő számottevően csökkenthető.

A mérés minőségére az eddigi tapasztalatok szerint nincs kihatással, sőt, teljességgel el is hagyható. Ha viszont valaki ragaszkodna a 100 nF értékhez, akkor a make opció NO\_AREF\_CAP megszüntetésével fordítsa le. Itt láthatóak a kapcsolási idők 1 nF értékű kondenzátorral:



5 V -> 1.1 V



1.1 V -> 5 V

Mint az látható az 5 V -> 1,1 V átváltás jóval lassabb, mint vissza az 5 V-ra. Ha ehhez még egy 100 nF-os kondenzátor is társul, úgy a kapcsolási idő ca. faktor 100-zal hosszabb.

Default: CFLAGS+= -DNO\_AREF\_CAP

OP\_MHZ Határozza meg, mekkora órajellel dolgozik a készülék. A software 1 MHz, 8 MHz és 16 MHz-cel lett tesztelve. Az 1 MHz-es órajel használata az alacsonyabb felbontás miatt nem ajánlott.

Default: OP\_MHZ = 8

RESTART\_DELAY\_TICS Ezt az értéket 6-ra kell állítani, amennyiben ATmega168 vagy ATmega328 kvarc nélkül, belső oszcillátorral fut. Ha nincs megadva az érték, a software 16384 órajelet vár a startig, kvarc-üzemben.

CFLAGS += -DRESTART\_DELAY\_TICS = 6

Default: -----

USE\_EEPROM Táblázatok és állandók az EEPROM-ban lesznek tárolva, egyébként a programtárolóban (Flash). Mindenféleképpen ajánlott az EEPROM tároló használata!

Default: CFLAGS += -DUSE\_EEPROM

EBC\_STYLE Ez határozza meg a tranzisztor lábkiosztás megjelenítésének módját, hogy az „EBC=...” vagy „GDS=...” formában történjen meg. Ez a megjelenítési mód takarékosabban bánik a program memóriával. E nélkül az opció nélkül a lábkiosztás így kerül megjelenítésre: „123=...”, mikor is bármelyik pont lehet E(mitter), B(ázis), K(ollektor). Illetve G(ate), D(rain), S(ource). Ha a mérőpontok sorrendje nem 1,2,3 balról jobbra, akkor egyszerűen megfordíthatjuk az EBC\_STYLE=321 opcióval. Ez a „321=...” lábkiosztásnak felel meg.

CFLAGS += EBC\_STYLE

Default: -----

NO\_NANO Kapacitásmérésnél az eredmény nF helyett µF-ban kerül kijelzésre.

CFLAGS += NO\_NANO

Default: -----

PULLUP\_DISABLE Ez határozza meg, hogy a belső felhúzó ellenállások használaton kívül kerülnek-e. Ebben az esetben külső felhúzó ellenállás szükségeltetik, a Pin13(PD7) és VCC-re csatlakoztatva. Ezzel az opcióval megakadályozzuk a felhúzó ellenállások esetleges kihatását a mérő-portokra (PortB és PortC) .

Default: CFLAGS += -DPULLUP\_DISABLE

ANZ\_MESS Ez az opció határozza meg, hogy hány konverziót indítson az ADC, melyek értéke összeadásra kerül az átlag érték meghatározásához. Nagyobb értékek pontosabb eredményt adnak, de tovább tart a mérés. Az „ANZ\_MESS” értéke 5 és 200 között változhat. Egy 44 ciklusból álló ADC mérés cirka 5 ms-ig tart.

Default: CFLAGS += -DANZ\_MESS=25

POWER\_OFF Aktiválja az automata kikapcsolást. Ha kihagyjuk, a mérések egy végtelen ciklusban ismétlődnek, amíg meg nem szakítjuk a tápellátást. Amennyiben lekapcsoló áramkör nélküli mérőt építettünk, hagyjuk figyelmen kívül ezt az opciót (ebben az esetben a funkció nem értelmezhető). Ha automata kikapcsolással rendelkezünk és kihagyjuk a POWER\_OFF opciót, akkor is létezik egy lehetőség a lekapcsolásra. A méréseredmény kijelzésénél lenyomjuk a

START-gombot és néhány másodpercig nyomva tartjuk, míg meg nem jelenik a kijelzőn a „Timeout” jelzés. Ha most felengedjük a START-gombot, megszűnik az áramellátás. A POWER\_OFF opciónál azt is megadhatjuk, hányadik olyan mérésnél - ahol nem talált mérendő alkatrészt - kapcsoljon le. Viszont talált mérendő alkatrésznél dupla annyi mérést végez és utána kapcsol ki, hogy egy teljes elem lemerülést elkerüljön, amennyiben csatlakoztatva hagyunk egy alkatrészt. A CFLAGS+=-DPOWER\_OFF=5 opció, öt, egymást követő mérés után lekapcsol, ha nincs semmi csatlakoztatva. Tíz, egymást követő csatlakoztatott mérés után is lekapcsol, illetve ha a mérési széria egy másik típussal lesz megszakítva, folytatja a mérést. A mérési eredmények kijelzése 14 sec hosszan történik, egyszeri mérésnél. Sorozat-mérésnél 5 sec (config.h fájlban állítható) . Amennyiben a START gombot bekapcsolásnál hosszan nyomjuk, úgy a szériaméréseknél is 14 sec hosszan mutatja az eredményt. Az ismétlések száma maximum 255. CFLAGS+=-DPOWER\_OFF=255.

CFLAGS += -DPOWER\_OFF=5

Default: CFLAGS += -DPOWER\_OFF

BAT\_CHECK Bekapcsolja az elemfeszültség ellenőrzését. Amennyiben az opciót nem használjuk, úgy a software verziószámát írja ki. Ha elemről működtetjük a készüléket, mindenképpen hasznos a használata, mivel emlékeztet az elem cseréjére, amennyiben az szükséges.

Default: CFLAGS += -DBAT\_CHECK

BAT\_OUT Amennyiben használjuk a BAT\_CHECK opciót, úgy a BAT\_OUT bekapcsolja az LCD kijelzőn a feszültségmérést. Ha a polaritás védelmet egy dióda biztosítja, úgy a küszöbfeszültség torzítja a feszültségmérés eredményét, pontosan a küszöbfeszültség értékével mutat kevesebbet. Ezt elkerülendő, használjuk például a BAT\_OUT=600 opciót, a felhasznált dióda függvényében. Így a T3 tranzisztoron létrejövő feszültségcsökést is figyelembe tudjuk venni. Tehát, ha a BAT\_OUT opcióhoz értéket rendelünk, az mV.

CFLAGS += -DBAT\_OUT

Default: CFLAGS += -DBAT\_OUT=150

BAT\_POOR Itt állítjuk be azt az elem feszültségértéket (mV), ami alatt üresnek tekintünk egy elemet. A figyelmeztetési küszöb 0,8 V-tal magasabb, mint a megadott „üres feszültség”, amennyiben az „üres feszültség” az 5,3 V-ot meghaladja. Egyébként a figyelmeztetési küszöb 0,4 V-tal magasabb. Újra tölthető 9 V-os akkunál ügyeljünk a megadott értékre, nehogy mélykisülésbe vigyük. Amennyiben tölthető akkut használunk, a „Ready to Use” típus az alacsony önkisülése miatt ajánlatos. Mint itt látható, egy LDO még 5,4 V-on is szépen muzsikál, ami egy 7805-ről már nem mondható el. A feszültségszabályzó kiválasztásában azért mindenki a maga számára fontos kritériumok alapján döntsön.

low drop szabályzó (5.4V): CFLAGS += -DBAT\_POOR=5400

7805 szabályzó (6.4V): CFLAGS += -DBAT\_POOR=6400

Default: CFLAGS += -DBAT\_POOR=6400

INHIBIT\_SLEEP\_MODE Megakadályozza, hogy a processzor „Sleep Mode”-ba váltson. Normál esetben, hosszabb szünetekben, a software használja az alvó állapotba váltás lehetőségét, a fogyasztás csökkentésének érdekében. Az alvó állapot használata csökkenti ugyan a fogyasztást, de az alvó állapotból való kilépés növeli a feszültségszabályzó terhelését („rángatja” az áramkört). Ha külső áramforrást használunk, aktiváljuk az opciót. (Megjegyzés: az alvó állapot használata és egy háttérvilágítással rendelkező LCD kettős, már önmagában is egy ellentmondás, bár tény és való, a fogyasztás csökken.)

CFLAGS += -DINHIBIT\_SLEEP\_MODE

Default: -----

Innentől AVRDUDE felhasználóknak:

PROGRAMMER Beállítja a programozó típusát. A megfelelő beállítás feltétlenül szükséges, amennyiben a „make upload” vagy „make fuses” parancssort használjuk. További információk az AVRDUDE kézikönyvben.

PROGRAMMER=avrisp2

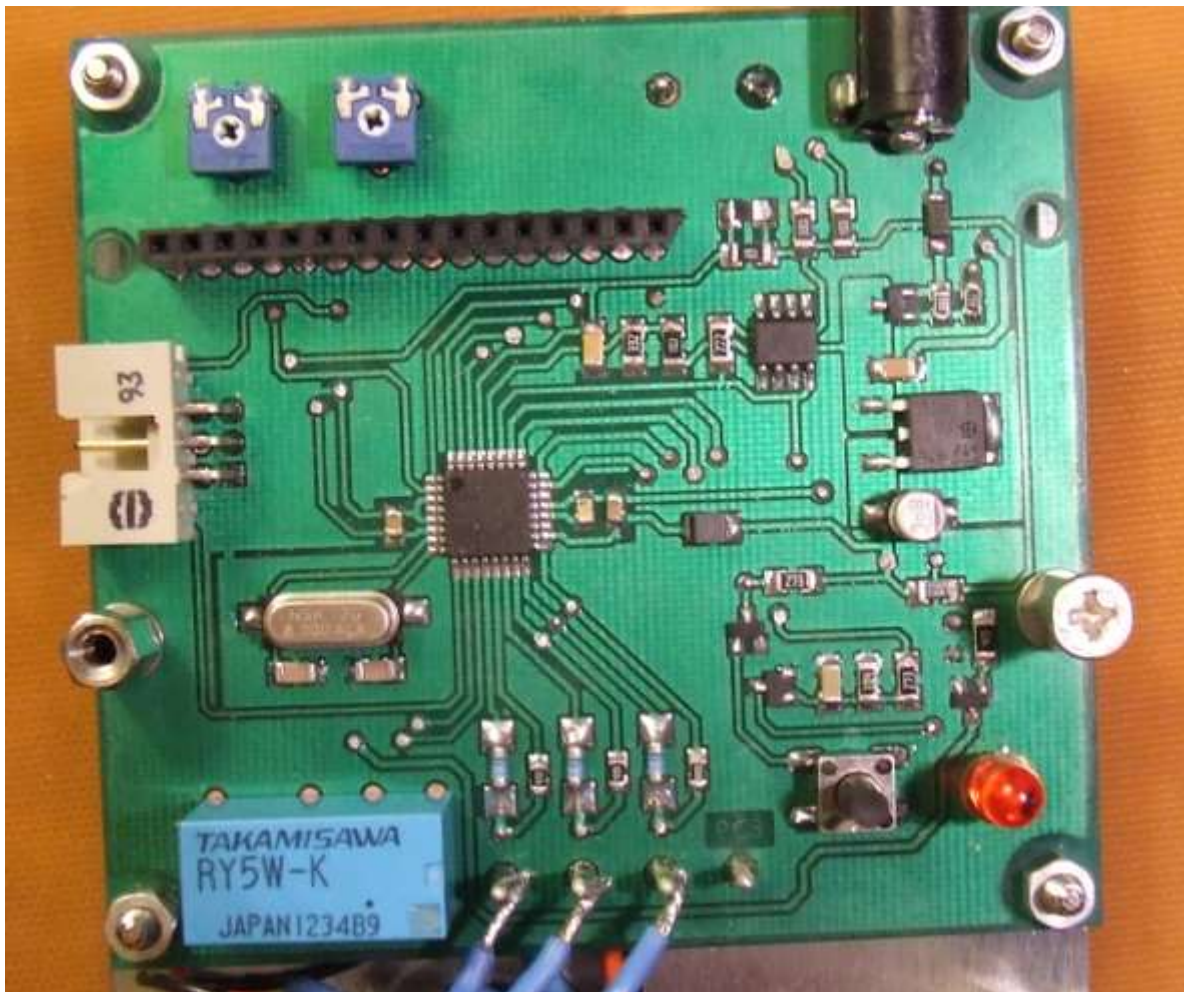
PORT Beállítja azt csatornát, ahol az AVRDUDE számára az ATmega elérhető. További információk az AVRDUDE kézikönyvben.

PORT=usb

További paraméterek a Transistortester.h és config.h fájlokban találhatóak. A Transistortester.h fájl tartalmazza a globális változókat, meghatározza a Port-/Pin beállításokat, valamint az ellenállás értékeket, melyek a mérésekhez használatosak. A config.h fájl tartalmazza a különböző processzortípusok beállításait, várakozási időket, valamint az ADC órajel beállításait. Alapesetben ezeket az értékeket nyomós indok hiányában ne változtassuk!

## 7. Saját építés

Az általam épített készülék display és mérőbemenet nélkül:



Törekedtem felületszerelt alkatrészek használatára és így, amit lehetett, kiváltottam az SMD megfelelőjével. Túl sokat nem lehet mondani az elkészült panelről, minden, ami kell, itt van az Eagle fájlokban. Az egyedüli, amire illik ügyelni, hogy a 680  $\Omega$  és 470 k $\Omega$  ellenállások 0,1% pontosságúak legyenek. Tudom, hogy nem kapható minden sarkon, de ha nekem sikerült beszerezni, akkor másnak is fog. A mérőbemenetek egy külön panelen lettek elhelyezve, mivel így tűnt egyszerűbbnek.

Remélem, mindenkinek tudtam egy kicsit segíteni. Sok sikert kívánok az építéshez!

Letöltések:

<https://www.hobbielektronika.hu/cikkek/files/1336/attester-v1.sch>

<https://www.hobbielektronika.hu/cikkek/files/1336/attester-v1.brd>

<https://www.hobbielektronika.hu/cikkek/files/1336/testpin.brd>