

Nagyáramú szabályozás VEE környezetben

Csepella Roland

2014

Tartalomjegyzék

1.	Előszó.....	3
2.	Gyorskioldású biztosítók	4
3.	A teszteléshez, fejlesztéshez szükséges eszközök	5
3.1.	Transzformátor	5
3.2.	Data logger	8
3.3.	Mérő kártyák.....	9
3.4.	PC és műszer közti kommunikáció	10
4.	Agilent VEE.....	11
4.1.	Segédprogramok	12
5.	Kitűzött cél.....	13
6.	A program elkészítése.....	13
6.1.	A rendelkezésükre álló szoftver és hibái	13
6.2.	A tervezés menete.....	15
6.2.1.	Gombok vezérlése	16
6.2.2.	Kezdeti mérések, parancsok konfigurálása	21
6.2.3.	Szabályozás	28
6.2.4.	Méréshez szükséges paraméterek.....	30
6.2.5.	Mérés adatainak mentése	31
6.2.6.	A maximum értékek kijelzése, hőmérséklet-esések.....	35
6.2.7.	Stabilitás	37
6.2.8.	Biztosító kiégett.....	39
6.2.9.	Eltelt idő kijelzése, logó elhelyezése, teszt indításának ideje	41
7.	W-loss nevű program	42
7.1.	Mérés paramétereinek megadása	43
7.2.	Tesztáram beállítása	45
7.3.	Teszt befejezése	49
7.4.	Próba teszt.....	49
8.	Összefoglalás, további fejlesztések.....	50
9.	Ábrajegyzék	52
10.	Irodalomjegyzék.....	54

1. Előszó

2013 szeptemberétől vagyok a győri Cooper Bussmann Hungaria Kft. mérés-technikai programozó mérnök gyakornoka. Önéletrajzomat elküldtem a cégnek, amelyben feltüntettem az Agilent VEE programozási ismeretemet. Ezt látva a mérnökség úgy döntött, hogy felhív. Egy elbeszélgetés során alkalmasnak találtak arra a feladatra, amely a biztosítók tesztelésére írt program fejlesztése illetve újraírása volt. Az interjú után megmutatták a labort, ahol dolgozni fogok, mutattak méréseket majd a későbbiekben megismerkedtem a tesztek menetével is.

A Cooper Industries elektronikai termékeket gyártó vállalat, világszerte megtalálhatók a termelőüzemei. Egyik divíziója a Cooper Bussmann, mely világ egyik legnagyobb biztosító gyártója. Piacvezető az alacsony-feszültségű és a közép-feszültségű biztosítók forgalmazásában. Új áramköri védelmi megoldásokat, biztosítókat fejleszt ki a megrendelő igényeinek megfelelően. A győri gyárat 2008 nyarán alapította a Cooper Industries, majd télen a termelés is megindulhatott. Győrben jelenleg gyorskioldású olvadó betéteket (High Speed Fuse) gyártanak ipari felhasználásra. Vevőik között tudhatják többek között az ABB, a Schneider Electric és a Siemens világvezető cégeket. A Cooper Industries 2012. november 30-tól az Eaton Corporation része.

A szakdolgozat témája a gyorskioldású olvadóbiztosítók tesztelésére írt programok létrehozása Agilent VEE környezetben. A szoftver szükséges, hogy a tesztelendő olvadó biztosítókat, valamint a teszteléshez szükséges áramot előállító transzformátort távolról vezérelni, szabályozni lehessen. Az olvadó biztosítók ipari felhasználásra szánt eszközök, így nagy áramok előállítására van szükség több kiloamper nagyságrendben. Az olvadó biztosítók tesztelése több órát, esetleg napokat vesz igénybe. A tesztelést végző személy nem tudja folyamatosan felügyelni a folyamatot és távollétében szükséges változtatások hiányában a teszt értelmét vesztené. A rendelkezésükre álló szoftverrel voltak problémák, ezek nem mentek ugyan a tesztek rovasára, viszont a kezelése kényelmetlen volt a tesztelő számára. Ezen akartak változtatni, megadták a választás lehetőségét, hogy újraírom a szoftvert, vagy kijavítom a régi hibáit. Az új program megírása mellett döntöttem. Ehhez minden eszközt biztosítottak számomra.

A mérések folyamatához a katalógus adatok ismertek, az üzemi paraméterek a mérés során ellenőrizhetőek. A katalógus adatokat be tudják táplálni a programba. Ezen adatok

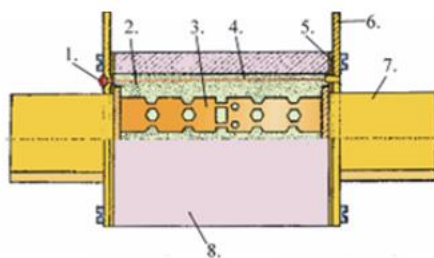
ismeretében a további szükséges értékeket a program kiszámolja, kijelzi és elmenti, valamint ezekkel dolgozik tovább. A szoftver képes a folyamatos szabályozásra, így a mérés teljességgel magára hagyható, a mérési eredmények megbízhatóak. Fejlesztés közben rendszeresen ellenőrzöm az eredményeket. Ugyanazokat a tesztek lefuttatom az eredeti programmal is. A mérnökökkel konzultálva, a kívánásaiknak megfelelően felépítve, az első szoftver elkészült.

A mérés eredményeit kiértékelik. Egyes teszteredmények csak belső használatra készülnek, melyekkel a fejlesztéseket segítik elő. Más teszteredményeket a kiértékeléssel együtt továbbítják a vevők felé.

2. Gyorskioldású biztosítók

A biztosító olyan eszköz, mely az áramkörü elemek túláram elleni védelmére szolgál. A köznyelvben tévesen hívják biztosítéknak. A magyar szabványok is biztosítónak írják [1]. Többféle biztosító létezik, többféle kiserelésben, szinte mindenhol jelen vannak. Egyes biztosítók a gyengeáramú elektronika védelemre vannak specializálva, míg mások az erősáramú felhasználásnál nyújtanak védelmet. A cég ipari felhasználásra gyártja ezeket a védelmi eszközöket, tehát az erősáramú iparban vannak jelen a Cooper Bussmann által készített biztosítók. Működési elvük azonos mind a gyengeáramú, mind az erősáramú iparban használatos biztosítóknak. Túl áram hatására a biztosítók belsejében található elem elolvad, tehát a biztosító már nem vezet. Elsősorban ennek az elemnek a paramétereit változtatva tudják előállítani a különböző tulajdonságú olvadó biztosítókat.

A biztosító felépítése 4 fő részre osztható. Az első az maga a biztosítónak a háza. Ez lehet porcelán vagy műanyag. A győri gyárban csak porcelán testű biztosítókat gyártanak. Ennek belseje lehet üreges vagy homokkal töltött. Következő része a csatlakozók, ezek a régiótól és a felhasználási területtől is függenek. Fontos része a biztosítónak még a fedő elem. Ez zárja le a biztosítót, védelem a környezeti hatásoktól, ha homokkal töltött, akkor lezárás, hogy a homok ne folyjon ki belőle. Legfontosabb része az olvadó elem vagyis „element”, ez felel az elektronikai eszközök védelméért. Ha ez az elem elolvad túl áram esetén, akkor megszűnik a vezetés, és elég csak ezt a biztosítót cserélni, nem kell az egész áramkör, esetleg az egész műszer helyett másikat vásárolni.



1. ábra Egy biztosító metszeti képe [2]

A képen egy késes biztosító betétjének a szerkezeti felépítése látható. A porcelán hő- és nyomásálló tokozatában (8) található az element (3) a kitöltő kvarchomokkal (2) és a kiolvadást jelző szerkezet (1) segéd-olvadó szálával (4). Az elementeket ponthegeztéssel rögzítik az érintkezőkhez (7). A tokozaton nagy szilárdságú zárlemezek (6) találhatók, alattuk hőszigetelő alátéttel (5).

3. A teszteléshez, fejlesztéshez szükséges eszközök

3.1. Transzformátor

A transzformátor egy Axel Ákerman nevű dán cég gyártmánya. Betáplálási oldalán van egy kezelőfelület. Található rajta egy feszültség és egy árammérő. Alattuk a primer és a szekunder oldal ki- illetve bekapcsoló gombjai, majd az áram durva és finom beállító gombjai. Ha esetleg valami meghibásodna, akkor vészleállításra is van lehetőség.



2. ábra A transzformátor kezelőfelülete

Azt a tekercset, amelyre az átalakítani kívánt villamos feszültséget kapcsoljuk primer (első, elsődleges), míg azt, amelyikről az új feszültséget levesszük szekunder (második,

másodlagos) tekercsnek nevezzük [3]. A transzformátor 415V AC-t kap, primer oldalának kimenetén viszont már csak pár volt mérhető. A primer oldal egy ún. autotranszformátor, amivel a szekunder körre jutó áramot és feszültséget tudjuk állítani. Ennek tekercsein motoros vezérlésű csatlakozók vannak, amik a tekercsen a hurkok számának állítását teszik lehetővé. A szekunder oldal kimenetére lehet rákötni a tesztelni kívánt biztosítókat úgynevezett bussbar-ral. Ezek gyakorlatilag rézvezetékek tömb formájában, a kimeneti nagy áram miatt van szükség ezekre. A kimeneti áram értékének függvényében kell kiválasztani a megfelelő vastagságú rézvezetőket

$$J = \frac{I [A]}{A [mm^2]} \quad (1)$$

ahol:

J áramsűrűség,

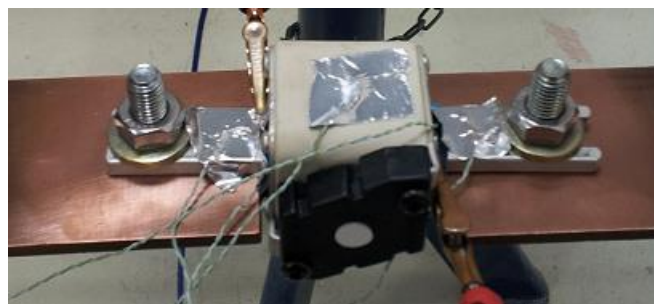
I az áram

A pedig a vezető keresztmetszete.

A hányados megfelelő értéke $1 < J < 1,6$ közé kell, hogy essen. A legoptimálisabb az 1,3 viszonyszám. A vezetők keresztmetszetét szabványban rögzítik [4].

Az áramsűrűség definíciója: „Az áramsűrűség a vezeték egységnyi keresztmetszetére jutó áramerősség.” [3]

Azért az áramsűrűséget használják a vezetékek méretezésének kiszámolására, mert a tapasztalatok alapján a vezeték melegedését jobban kifejezi, mint az ellenállása vagy árama.



3. ábra Egy lehetséges mérési összeállítás, „setup”

Szekunder oldalán található egy áramváltó is, Current Transducer. Az áramváltó a nagy váltakozóáramot alakítja át közvetlenül mérhető áramértékre, általában 1 vagy 5A-re. Működése kissé eltér a hagyományos transzformátorétól. A primer tekercset a mérendő áram útjába sorosan kötik, míg a szekunder tekercsre kötik az árammérőt [5]. Működési alapját az

$$I_p * N_p = I_s * N_s \quad (2)$$

képlet írja le, ahol:

I az áram,

N a menetszám,

p a primer,

s pedig a szekunder oldal.

Vagyis a primer oldali menetszám és áram szorzata egyenlő a szekunder oldali áram és menetszám szorzatával. Erre azért van szükség, mert a Data Logger csak 1A-ig képes mérni, ennél nagyobb áramok tönkretennék a műszert és a kártyákat is (4. ábra). A transzformátor rövidzárban 15kA kiadására képes, de csak törpefeszültséggel, pár tized volttal.



4. ábra Sérült kártya

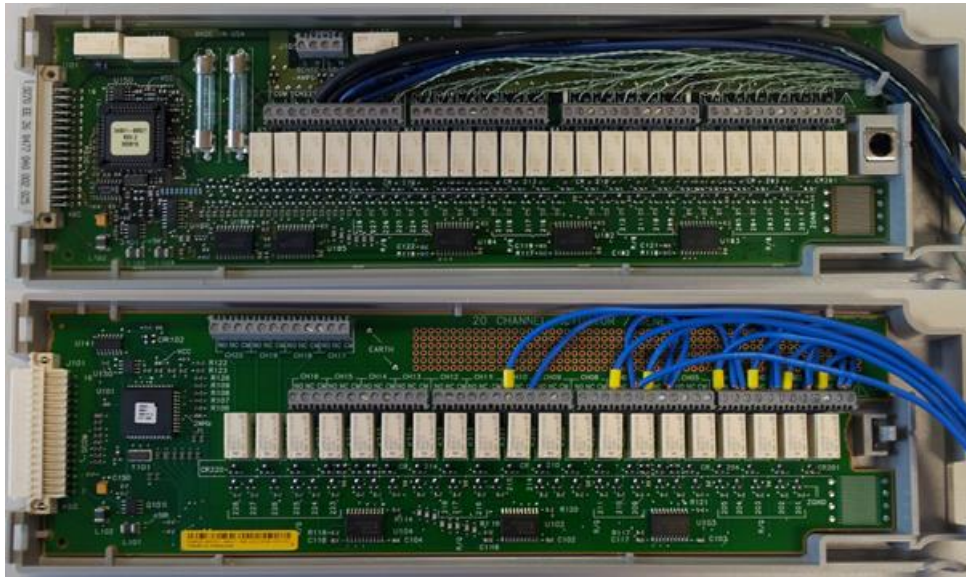
3.2. Data logger



5. ábra A Data Logger eleje és hátulja

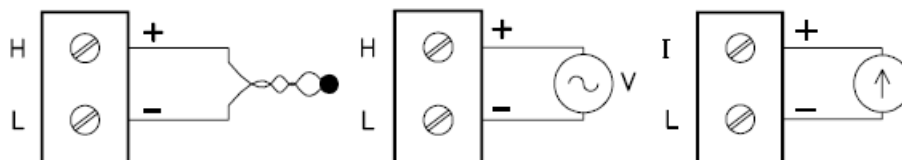
Agilent 34970A Data Acquisition/Data Logger Switch Unit műszert használ a cég. Ez a műszer 3 slottal rendelkezik, 3 különféle kártyát lehet hozzá csatlakoztatni. Tartozik hozzá egy 6 ½ digit (22 bit) belső DMM. 11 féle mérést képes elvégezni, többek között hőmérsékletek, áramok, feszültségek, ellenállások mérését, autó méréshatár kiterjesztéssel. 8 féle adatgyűjtő eszközt lehet még hozzá csatlakoztatni, úgymint digitális multiméter, oszcilloszkóp, jelgenerátor és nem utolsósorban programozható tápegység [6]. A cég csak a hőmérsékletekre, feszültségre és árammérésre használja az eszközt. A későbbiekben ezekből számolja ki a még szükséges paramétereket.

3.3. Mérő kártyák



6. ábra 34901A és a 34903A mérőkártyák

A műszerhez használt kártyák Agilent 34901A 20 Channel Multiplexer és Agilent 34903A 20 Channel Actuator/General Purpose Switch. A kártyákon jól láthatóak a relék, ezek programozásával lehet távolról működtetni a transzformátort. A 34901A kártyát használom a mérésre ehhez 22 channel áll rendelkezésre, ide vannak bekötve a hőmérsékletet mérő speciális vezetékek, valamint a feszültséget és áramot mérő kábelek. Ebből 7 channel-t használok fel a hőmérsékletek mérésére, 2 channel-t a primer és a szekunder oldal feszültségének mérésére és 1 channel-t a szekunder oldal áramának a mérésére. Az árammérésre a 21-es és 22-es channel van kiosztva gyárilag.



7. ábra A hőmérséklet-, a feszültség- és az árammérés bekötési rajza [6]

A 34903A kártya a transzformátor primer és szekunder oldalának ki- és bekapcsolásáért felelős. Valamint ennek a kártyának a segítségével tudom vezérelni az áram durva és finom beállítását.



8. ábra A műszer hátulja a mérő kártyákkal

Hőmérsékletek méréséhez speciális kábelt használ a cég. Ez egy sodort érpár, enként más-más fémötvözetből áll. A vezeték bekötésénél fontos a polaritás, fordított bekötés esetén hamis értékeket mér, ezt egy rövid teszt erejéig kipróbáltam. A pozitív oldala a zöld, ami Nikkel-Króm (NiCr) ötvözet, a negatív oldala fehér, ez pedig Nikkel-Alumínium (NiAl) ötvözet. A különböző fémekben hőmérséklet emelkedés hatására különböző feszültségek lépnek fel és ezekből a feszültségekből számolja ki a műszer a hőmérsékletet. Ez az ún. „K” típusú hőelem, ez a leginkább elterjedt. Zavarjelek nincsenek hatással rá, nem befolyásolják a mérési eredményt. Nagy hőmérséklet tartományban lehet alkalmazni, hosszú távon bírja az 1100 Celsius fokot, rövidebb ideig 1350 fokot is kibírja [7]. A cég által tesztelt biztosítók hőmérséklete nagy áramok esetén sem ment feljebb 250 Celsius foknál.

A kártyák programozása a relékre kiadott parancsokkal történik. Az egyes relékre számokkal lehet hivatkozni. A műszer hátulján látható, hogy három mérőkártyát lehet becsúsztatni. Ezek számozása fentről lefelé 100, 200 és 300. A mérő kártyákon látható relék száma a kártyától függően a végétől a csatlakozó felé 01-től vannak számozva. A relékre úgy lehet hivatkozni, hogy megadjuk a slot számát, ami a legfelső esetében 100, és ehhez hozzáírjuk a relé számát, árammérés esetén 22, ebből lesz 122. Tehát, árammérés esetén a "CONF:CURR:AC (@122)" tudjuk az adott porton mérni az áramot.

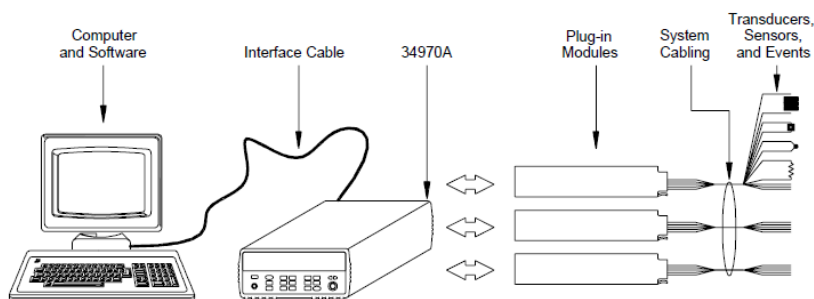
3.4. PC és műszer közti kommunikáció

A kommunikáció a műszer és a számítógép között 82357B USB/GPIB interface-szel történik. A GPIB (General Purpose Interface Bus) IEEE-488-as 24 lábú csatlakozó, az USB 2.0

csatlakozásra van lehetőség. 1,15MB/s adatátviteli sebességre képes. Gyors és könnyű csatlakozást, csatlakoztatást tesz lehetővé [8].



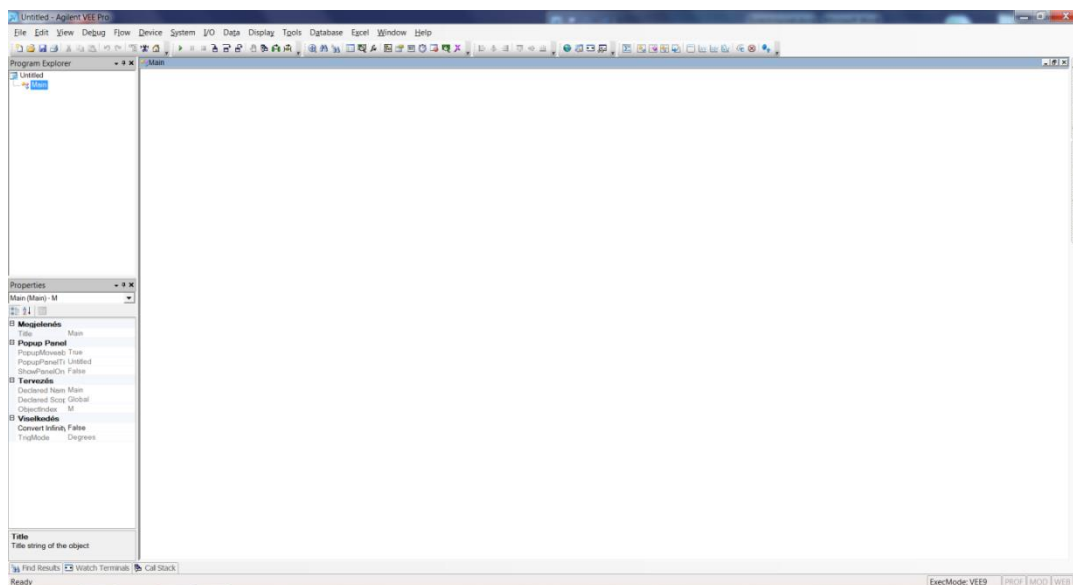
9. ábra 82357B USB/GPIB Interface



10. ábra Egy mérési összeállítás [6]

4. Agilent VEE

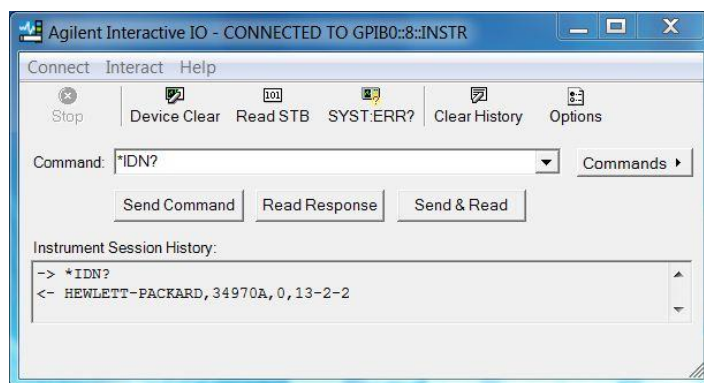
Agilent VEE (Visual Engineering Environment) Professional 9.2 verziójú programot használok. Ez egy LabView-ra hasonlító, C nyelvre épülő nagy teljesítményű grafikus fejlesztő környezet, amely az Agilent Technologies grafikus adatfolyam programozó, szoftverfejlesztő környezete. Automatizált teszt végzésére használható, mely kívánság szerint képes mérésre, adatelemzésre valamint jelentéskészítésre. Széles körben használják különböző iparágakban, gyakorlatilag a gyártandó termék egész életét végig lehet követni az Agilent VEE-vel, tervezéstől a gyártásig, teszteléstől a felhasználásig [9]. A fejlesztői felületet a 11. ábra mutatja be.



11. ábra Fejlesztői felület

4.1. Segédprogramok

Ahhoz, hogy a műszer és a PC kommunikálni tudjon egymással, meg kell teremteni a szükséges feltételeket. Ehhez a PC-re fel kell telepíteni egy IO Library Suite nevű programot az Agilent VEE mellé. Ez többféle lehetőséget biztosít a felhasználó számára. Többek között távoli elérést IP cím alapján. Egyszerre több műszert lehet csatlakoztatni ugyanahhoz a méréshez. Ezeket is kilistázza, csatlakozás típusa alapján, többek között LAN, USB, GPIB. A kommunikációt lehet vele ellenőrizni oly módon, hogy direkt parancsokat küldök vele a műszernek és kiíratom, hogy megkapja-e és mi a válasza rá.



12. ábra Műszer nevének lekérdezése

A program futását is lehet vele monitorozni, nyomon követhető a parancsok kiadása időbélyeggel ellátva. Az esetleges hibákat pedig pirossal kiemeli. A 13. ábra azt mutatja, hogy a látható hiba rossz parancs megadása miatt következett be.

0. v. GPIB0:3:INSTR	A. VISA:viWrite	CONF:VOLT:AC (@119)n	VI_SUCCESS	12.2229
0. v. GPIB0:3:INSTR	A. VISA:viWrite	READ?n	VI_SUCCESS	10.8037
0. v. GPIB0:3:INSTR	A. VISA:viRead	READ?nOLT:AC (@119)n EOL" @201)" EOL" Projektek" fontb{(\fD)\n\l}\fcharset238{(\fname Times New Roman,Times New Roman CE)...	VI_ERROR_SYSTEM_ERROR	7070.02
0. v. GPIB0:3:INSTR	A. VISA:viStatusDesc	VI_ERROR_SYSTEM_ERROR: System error	VI_SUCCESS	0.151264
0. v. GPIB0:INTFC	A. VISA:viGpibCommand	U7	VI_ERROR_TMO	4079.43
0. v. GPIB0:3:INSTR	A. VISA:viStatusDesc	VI_ERROR_SYSTEM_ERROR: System error	VI_SUCCESS	0.151605
0. v. GPIB0:3:INSTR	A. VISA:viLock		VI_SUCCESS_NESTED_EXCL...	5.87841

13. ábra I/O Monitor hiba

5. Kitűzött cél

Több tesztprogram megírására van szükség. Az első egy alapprogram, mellyel áramot feszültséget és hőmérsékleteket lehet mérni, illetve elmenteni. Ez a program a biztosítók üzemi paramétereinek vizsgálatához szükséges. Adott áram esetén mennyire változik az ellenállása, mennyire melegszik fel, mekkora a biztosító fogyasztása, valamint a biztosító állandósult állapotának elérése a cél. Ezt a stabilitást elérve látják a mérnökök a biztosító valós üzemi paramétereit. Ennek alapján tudják eldönteni, hogy a biztosító valóban megfelel-e a megrendelő kívánságainak, illetve ellenkező esetben miket kell változtatni esetleg a termelés során, milyen paraméterekre kell odafigyelni a fejlesztés menetében.

6. A program elkészítése

6.1. A rendelkezésükre álló szoftver és hibái

Ezzel a programmal képesek számítógépről vezérelni a transzformátoron látható gombokat. A teszt folyamán automatikusan szabályozza a kimeneti áramot, a beállításnál megadott értéken tartja. Kijelzi a pillanatnyi mért értékeket és grafikonon is láthatóak az addig mért eredmények, valamint lementi az adatokat egy .xls fájlba.

A programmal kapcsolatban a következő problémák merültek fel: a számolt teljesítmény értéke nem volt reális. A program futtatásához mindig kellett egy day.txt fájl, ha ez a fájl hiányzott, akkor nem indult el a program. A különböző biztosítók teszteléséhez különböző áramok kellenek, amit beállítottak a durva és finom gombokkal szoftveresen. Ezzel a beállítással is voltak problémák. Mivel a transzformátor kezelőfelületét lemásolták a programban, ezért ott is megvolt a négy gomb az áram durva és finom, fel és le beállításához. Ezek a gombok viszont sokszor érzéketlenek voltak. Rákattintottak az egérrel, ezt a program

érzékelt és küldte is a jelet a relén keresztül a megfelelő eszköznek, hogy vezérelni akarják. Ha nagyobb értéket akartak ugrani, akkor nem volt probléma vele, viszonylag időben vissza is tudták engedni a gombot az újabb kattintással, hogy a vezérlést megszakítsák. Kisebb értékeknél akár a durvával, akár a finommal vezérelték, már nem volt biztos, hogy a megfelelő időben meg tudják állítani. Az áram értéke megugrott, rosszabb esetben a biztosító is tönkrement. A tesztelőnek kényelmetlen volt a transzformátoron állítani és a számítógépen ellenőrizni a beállítandó áram értékét. Mérés közben egy-egy mérőkábel elmozdulhatott, meghibásodhatott. Ez legtöbbször a hőmérséklet mérésénél fordult elő, ezzel esetleg egy végtelen tuskét rajzolva a hőmérséklet grafikonjába. Zavaró volt és mérés közben nem lehetett ezt javítani, mivel a biztosító test annyira felmelegedett teszt közben, hogy szabadkézzel hozzáérni balesetveszélyes. A mért értékek mentéséhez a tesztel egy időben a Microsoft Excel is megnyílt és futott, ezzel a lefagyás lehetőségét növelve.

A helyes teljesítmény kijelzését egyszerű volt megoldani, a kiszámolásához szükséges képlet alapján

$$P = U * I \quad (3)$$

ahol:

P a teljesítmény,

U a feszültség és

I az áram.

A pillanatnyi mért feszültség és a pillanatnyi mért áram értékeket kellett összeszoroztatni egy matematikai formulával.

A day.txt a program mellett létre lett hozva és a tesztelők figyelme fel lett hívva arra, hogy azzal együtt mozgassák a programot.

A hőmérséklet grafikonján a tuske problémáját úgy oldottam meg, hogy az autós-kálázást kikapcsoltam és beállítottam, hogy 0 és 300 Celsius fok között legyenek a mért értékek kijelevve.

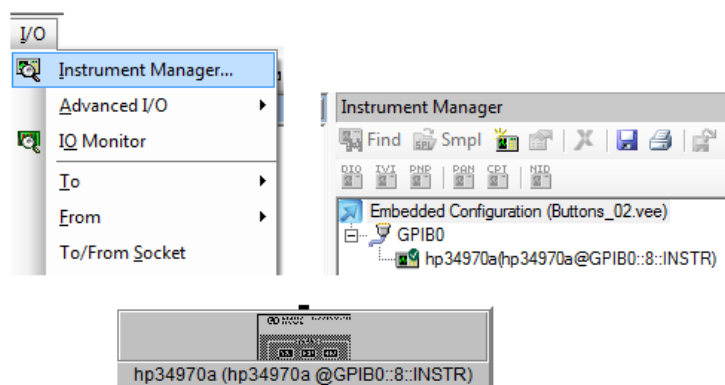
A gombok újragondolása nagyon sok időt vett igénybe. Mivel sok programrészlettel nem voltam teljesen tisztában, nehéz volt úgy elkészíteni egy új vezérlést, hogy az az eredeti

programmal valami módon ne ütközzön, ne kapjak hibaüzenetet. Az észrevételeimet elmondtam a mérnökségnek és megegyeztünk abban, hogy teljesen újraírom a szoftvert.

6.2. A tervezés menete

Az általam készített programtól ugyanazokat a funkciókat várták el, mint amit az eredeti tudott. Legyen képes a gombok vezérlésére, lehetőleg kényelmesebb legyen, ne kelljen a számítógép és a transzformátor között sétálni. Képes legyen az áram, a feszültség és a hőmérsékletek mérésére, kijelzésére, mentésére, valamint ezek mellett egyéb adatok kiszámolására, például teljesítmény, N-factor, hőmérsékletesések. Legfontosabb itt is a kimeneti áram szabályozása, hogy a tesztet a futtatás alatt magára lehessen hagyni. Ennek ismeretében álltam neki a program elkészítésének. Menet közben az alap elképzelés sokat változott, mérnökség rendszerint kitalált valami újat, valami pluszt hozzá, amit utólag bele kellett építenem a programba. Nekem is voltak ötleteim, melyeket a mérnökség díjazott.

Minden program elejére el kell helyezni egy blokkot, mellyel a műszert megcímezzük. Ezt a menüsorban az I/O - Instrument manager... alatt érhetjük el. A 14. ábra jobb oldalán látható, hogy a műszer GPIB-vel van csatlakoztatva és működik a kommunikáció. Innen lehet berakni a programba a számunkra szükséges műszert, mely a kép alján látható. Ugyanezzel a blokkal lehet a műszernek kiadni a parancsokat, programozni a kártyákat, illetve itt lehet megadni a méréshez szükséges parancsokat is. Egyszerre természetesen több műszert is rá lehet kötni különböző mérésekhez, egy programhoz.

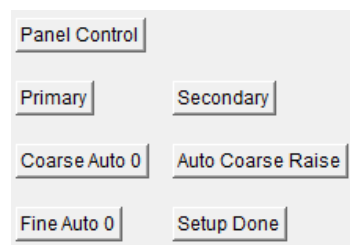


14. ábra Műszer csatlakoztatása a programhoz, Direct I/O Object

A hp34970a a műszer neve, a GPIB0::8::INSTR pedig a műszer címe. Ezek szabadon módosíthatóak. Tetszőleges címet, és tetszőleges nevet lehet neki adni.

6.2.1. Gombok vezérlése

Első feladatunként a gombok vezérlését tűztem ki célul. Vezérlésről akkor beszélhetünk, ha az információt nem az irányított jellemző érzékelésével nyerjük [10]. Ezzel a résszel az eredeti programban is voltak problémák, melyeket a program összetettségének, rendezetlenségének is lehetett tulajdonítani. Elsőként megpróbáltam a meglévő szoftverhez hasonlóan felépíteni a gombok kezelését, de beleütköztem ugyanabba a problémába, ami az eredeti programban is fenn állt. Több alkalommal átbeszéltem a tesztelőkkal, hogy mi lenne a megfelelő konstrukció a gombok elrendezésében. Többször felvettem az automatikus beállítás lehetőségét, de ragaszkodtak a gombok jelenlétéhez, azzal az indokkal, hogy a beállításnál lássák a primer oldal kimeneti feszültségét, melyből nagyjából tudnak következtetni a szekunder oldal kimenetei áramának értékére, esetleges túl áramnál még tudtak módosítani és ezért a szekunder oldal bekapcsolása után nem ment tönkre a biztosító. Ez akkor okozott volna nagy gondot, ha egy 7500 Amperes biztosítót teszteltek, majd utána egy 600 Amperes biztosítót akartak tesztelni, mert a transzformátor nem nullázza magát automatikusan. Ezért már kettő gombot eleve bele kellett építenem, ami nullázta a kimeneti értékeket. A félautomata, félmanuális beállításban egyeztünk meg. Ehhez a fajta beállításhoz szükségem volt változókra. Lett egy Current, ez a teszt áram, amivel tesztelni kívánják a biztosítót. Ehhez lett egy Coarse Current, erre a durva beállításnál van szükség. Lett egy Test Current Tolerance, a későbbiekben ezt a finombeállításnál használtam. Volt egy adott érték is, mely a Variac on Time nevet kapta. Ez az az időtartam, amelyre a vezérlő program meghúzza a vezérelni kívánt relét. Itt maga a mérés, szabályozás nem volt fontos, csak a gombok vezérlésének a megoldásán dolgoztam. Egyes gombok adottak voltak, másokat megbeszéltek alapján alakítottam ki.

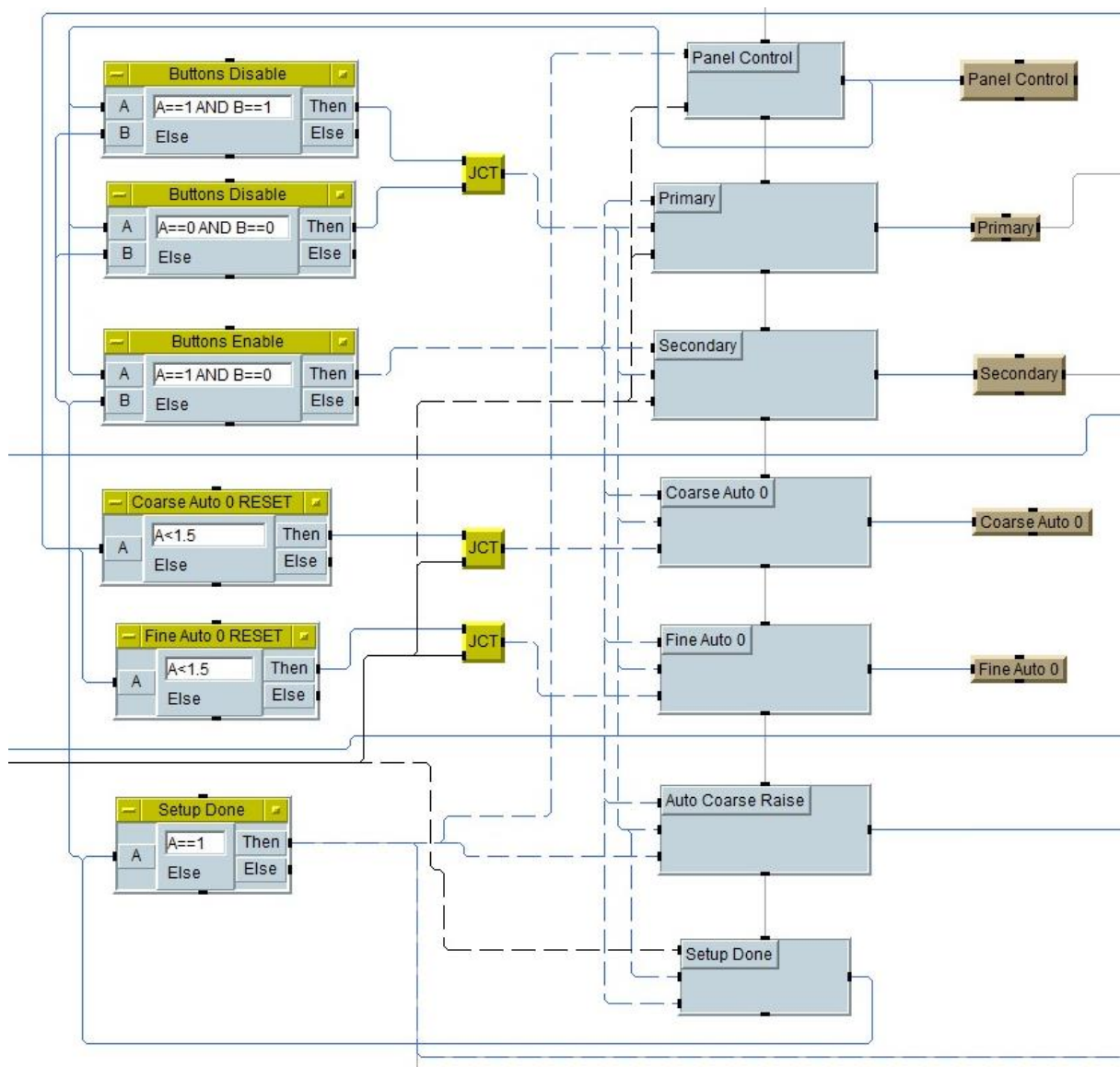


15. ábra Vezérlő gombok

Itt a végleges változat kerül bemutatásra. Elsőként a Panel Control volt szükséges a működéshez. Ennek megnyomásával kapcsolom be a transzformátor vezérlését,

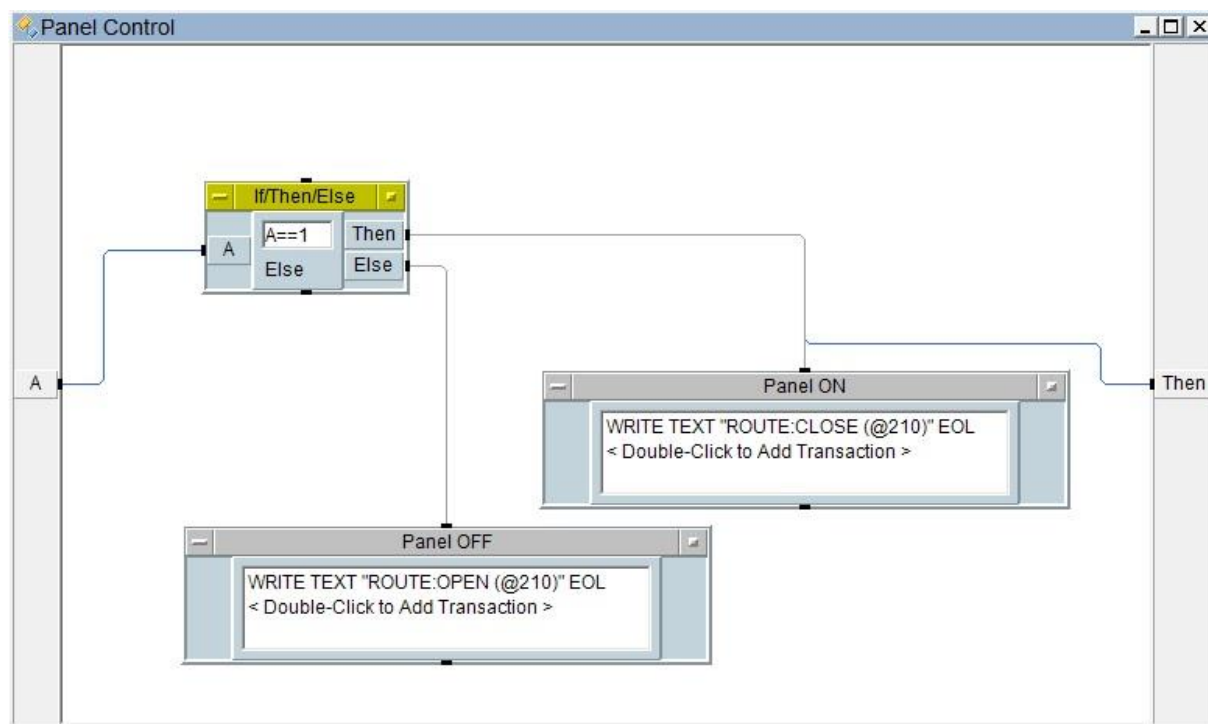
engedélyezem a többi gombot a későbbiekben, valamint a megnyomása előtt lehetett megadni a fent felsorolt értékeket. Lenyomása után már csak a gombokat lehet működtetni. Következő a Primary gomb, ezzel a primer oldal ki- és bekapcsolására van lehetőség. Következő lépésként a Coarse Auto 0-al a durva görgőt húzzuk le alapállapotba, a Fine Auto 0-al a finom görgőket nullázzuk. A gombok működése jól hallható volt a tesztelések során, hiszen a transzformátorból kihallatszik a beállító motorok zaja, valamint a végálláskapcsolók kattanása. Ezt a két gombot minden teszt elején használni kell a már vázolt problémák elkerülése érdekében. Következő lépésben tudjuk ki- és bekapcsolni a szekunder tekercset a Secondary gombbal. A tekercsek kapcsolgatását is hallani lehet a megszakítók méretéből adódóan, ami nagy zajjal jár. Az Auto Coarse Raise a durva áram beállításához szükséges, ez a durva beállítást a Current és a Coarse Current közötti tartományba állítja, de itt méréssel még nem ellenőriztem a megfelelő működést. Ezek után a Setup Done-nal inaktívvá tettem a gombokat, hogy a teszt folyamán még véletlenül se lehessen elállítani bármit is, valamint a teszt indítása is innen indul.

A 16. ábra mutatja a gombok sorrendjét, a függőleges összekötések a Sequence be- és kimenetek, melyek meghatározzák, hogy a program milyen sorrendben, lépéssorozatban hajtsa végre a műveleteket. Az egyes gombok megnyomása esetén különböző feladatoknak kell teljesülniük, a gombok állapotainak figyelése dönti el, hogy a program éppen melyik feladattal foglalkozzon.



16. ábra Gombok feltételei és vezérlése

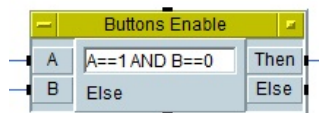
A Panel Control lenyomásakor a program bekapcsolja a transzformátor vezérlését. A könnyebb átláthatóság kedvéért ezt egy ún. UserObjectben helyeztem el. Ebbe akár nagyobb program részletek is elhelyezhetők, melyeket esetleg a későbbiekben még többször fel is használhatok egyszerű másolással. Ki- és bemenetei tetszőlegesen megadhatóak, átnevezhetők, így is megkönnyítve a későbbi felhasználást. Ezeket a programban le lehet kicsinyíteni, ebben az esetben barna tömbként láthatóak, de ki is lehet nyitni, mint ahogy a 17. ábra mutatja.



17. ábra Egy UserObject belseje

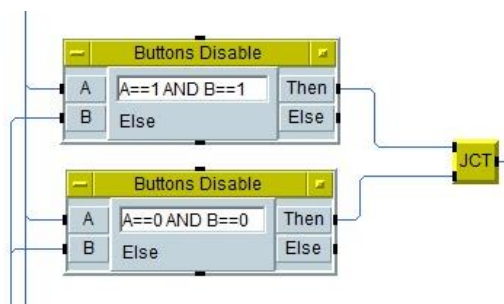
A gombnak kettő állapota van, kikapcsolt és bekapcsolt állapot. A 17. ábra mutatja, hogy az If/Then/Else szerkezettel a gombot figyelem. Ha a gomb nincs benyomva, akkor a kimenete „0”, a vezérlés ki van kapcsolva. A Panel OFF tömbben látható "ROUTE:OPEN (@210)" parancsot hajtja végre a program, a mérőkártya 10-es csatornájának reléje nyitott állapotban van, tehát nem csinál semmit. Ha a gomb be van nyomva, vagyis a kimenetéről „1” érkezik, akkor behúzza a relét a "ROUTE:CLOSE (@210)" paranccsal, majd a transzformátor kezelőfelülete felől is hallható a kattánás, hogy ott is be lett húzva egy megszakító. Az UserObject kimenetén látható „Then” a megadott konstansok későbbi módosításának megakadályozása végett kell, a gomb lenyomása után nem lehet átírni őket. Ugyanezzel a módszerrel lett hozzárendelve a többi gombhoz is a vezérelni kívánt megfelelője, csak a portszámok lettek módosítva.

A gomboknak különböző bemenetei vannak. Ezek a bemenetek többek között a Reset, a Disable Editing, illetve az Enable Editing. Az Enable Editing engedélyezi az adott gomb használatát. Ehhez több feltételnek egyszerre kell teljesülnie. A 18. ábra mutatja, hogy az „A” a Panel Control kimenetére, a „B” pedig a Setup Done kimenetére van rákötve. A Reset bemenet a gomb alapállapotába való visszaállításáért felelős, tehát a gomb nincs lenyomva.



18. ábra Gombok engedélyezése

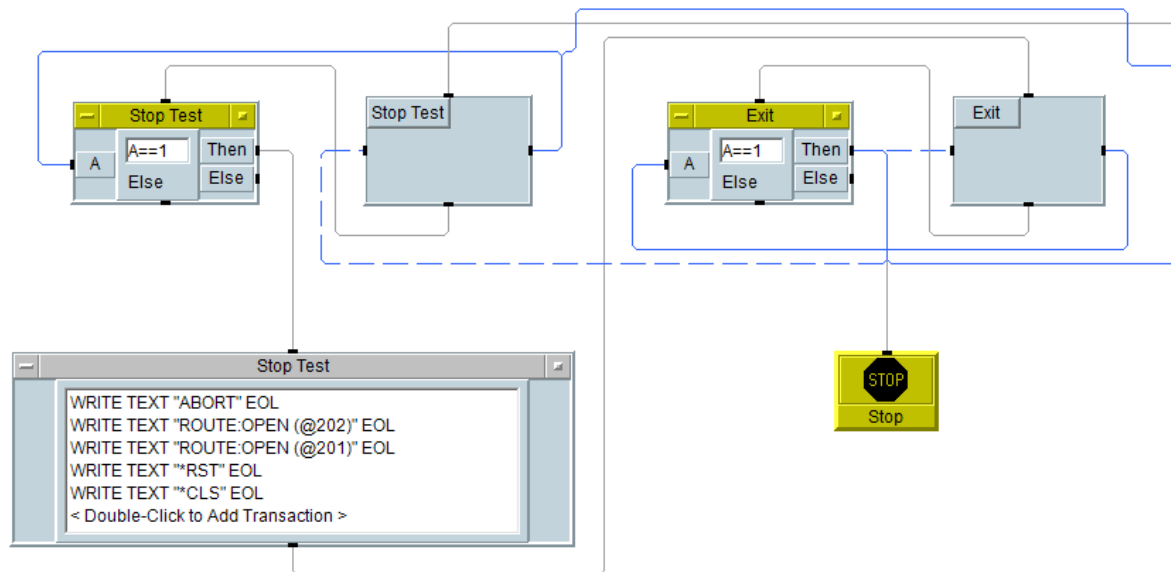
A Disable Editing a tiltásért felel, itt több feltételnek kell megfelelni. Az „A” bemenetek szintén a Panel Control kimenetére vannak kötve, a „B” bemenetek pedig a Setup Done kimenetére vannak kötve. Ha mindkét gomb együttesen le van nyomva, akkor már fut a teszt, tehát a gombok tiltottak, ha együttesen nincsenek lenyomva, akkor pedig még a konstansok megadása történik, tehát ezért nem lehet elindítani a tesztet. A két állapot fizikailag egyszerre nyilván nem tud teljesülni, ezért vagy az egyiknek, vagy a másiknak kell élnie a tiltáshoz. Az If/Then/Else blokkok kimeneteit egy „vagy” kapuval kötöttem össze, 19. ábra. A JCT, vagy Junction egy „vagy” kapuként működik.



19. ábra Gombok tiltása

A gombok Reset-elése az adott gombnak megfelelően történik. Ebben nagy szerepet játszik, hogy melyiknek mik a funkciói. A Panel Control, a Primary és a Secondary gombok Reset-elése akkor történik, ha az Exit gombbal kilépünk a programból. A Coarse Auto 0, valamint a Fine Auto 0 Reset bemenetei egy későbbi méréshez vannak kötve. Ezekkel a gombokkal a transzformátor kimeneti áramát nullázzuk, de közben a primer oldal feszültségének mérése is történik. Akkor lesz aktív a Reset-elésük, ha a mért feszültség értéke 1,5V alatt lesz. Az Auto Coarse Raise Reset bemenete abban az esetben lesz aktív, ha a Setup Done-t megnyomtuk. Setup Done megnyomása után a beállító gombok inaktívak lesznek, nem lehet őket nyomogatni, és a mérés ezzel egy időben elindul.

Ezekén kívül van még kettő gomb. A Stop Test, mellyel befejezzük a tesztet és az Exit, mellyel a programból lépünk ki.



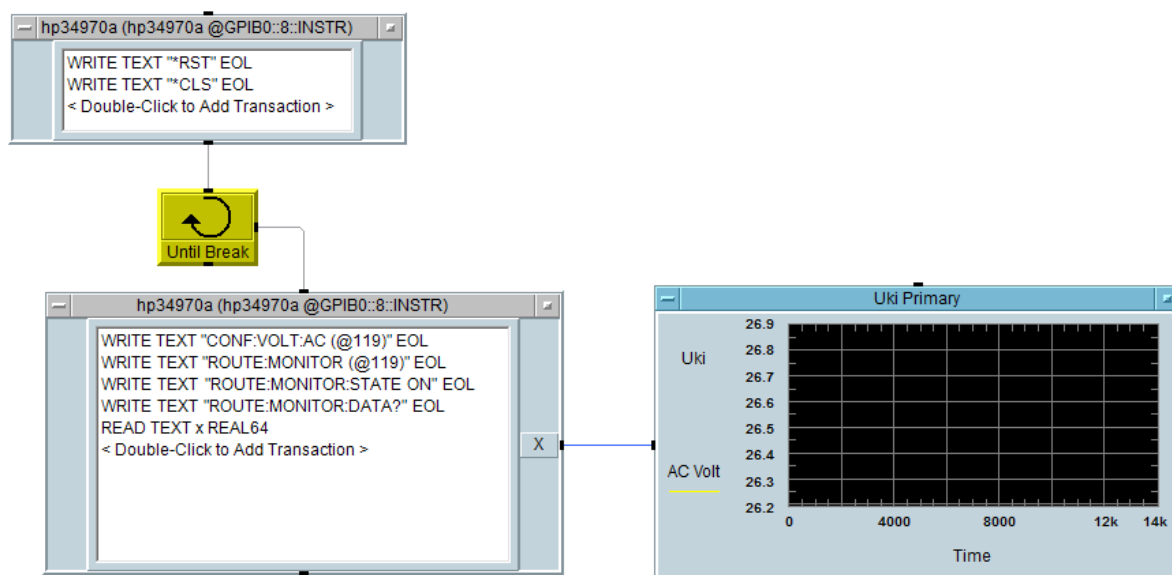
20. ábra Program befejezése

Stop Test lenyomása után a mérést megszakítjuk az "ABORT" paranccsal. Kikapcsoljuk a szekunder (@202), majd a primer (@201) oldalt. A "*RST" parancs a Factory Reset, a relék elengedéséért felelős, a "*CLS" parancs pedig Clear Status, a műszer Status Byte-ját törli. Az Exit gombbal kilépünk a programból. A Stop Test és az Exit gomb Reset-elése is az Exit lenyomásakor lesz aktív. Azért van szükség két gombra, mert a tesztekéről képernyőképet készítenek, amit később felhasználnak összehasonlításhoz, esetleg riport készítéséhez.

A gombok megfelelő működése után jöhettek az első mérések.

6.2.2. Kezdeti mérések, parancsok konfigurálása

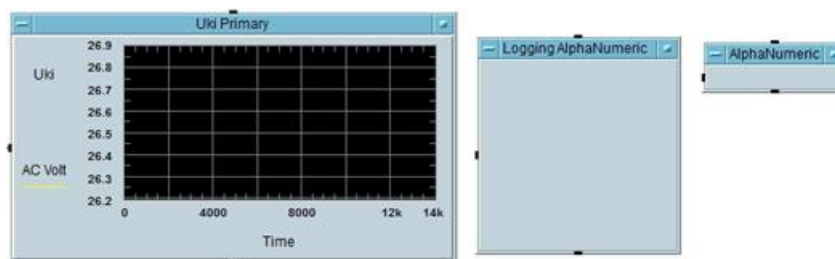
Elsőként csak kézzel kapcsolgattam a transzformátor oldalán a primer és szekunder tekercsek gombjait, a kimeneti áramot is kézzel állítottam be, melyet lakatfogó műszerrel ellenőriztem, hogy a program teszteléséhez adott teszt biztosítót ne tegyem tönkre. Csak méréseket végeztem. Ehhez találtam az Agilent honlapján több dokumentációt [6] [11], amelyek leírják, hogy melyik parancs mire jó. Elsősorban áram és feszültség méréseket akartam végezni. A transzformátor kimenetén váltakozó feszültség van, ehhez kellett megfelelő parancsokat keresnem. Próbaképp az 21. ábra mérési összeállítását hoztam létre, amellyel a primer oldal feszültségét mértem.



21. ábra Primer oldal feszültségének a mérése

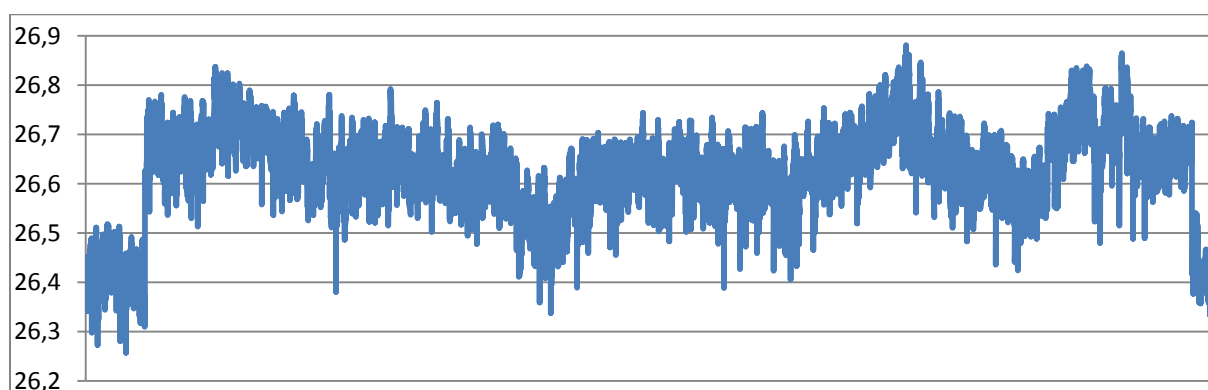
A bal felső tömbben látható `*RST` parancs Factory Reset. Kikapcsol és töröl minden beállítást a csatornákon. A `*CLS` parancs Clear Status. Törli a regiszterek bitjeit. A `WRITE TEXT` a műszernek küldi a parancsokat. A parancs végén az `EOL`, End Of Line, azt jelenti, hogy vége a sornak, a következő parancs új sorba kerül. A sárga blokk egy ismétlő ciklus, addig ismétlődik, amíg nem találkozik egy szünettel, vagy egy Break paranccsal. A mérést azért raktam bele egy ilyen ciklusba, mert nem csak egyszer akartam lefuttatni a programot, hanem addig, amíg meg nem állítom. Így jól látható görbét rajzol a grafikonra. A `CONF:VOLT:AC (@119)` parancs a feszültség mérésének konfigurálására való. Ez egy rövidített parancs, ki lehet írni teljesen is a parancsokat, de négy karakter is elég a konfiguráláshoz. A hosszú parancs a következőképpen néz ki `CONF:figure:VOLTage:AC (@119)`. A program nem érzékeny a kis- és nagybetűk különbségére. Ezzel a paranccsal váltakozó feszültséget mérek a 119-es csatornán, ha egyen feszültség mérése a cél, akkor az AC helyére, DC-t kell írnom. Mivel a műszerben van egy belső digitális multiméter, a lemért adatot azzal is ki lehet jeleztetni. A `ROUTE:MONITOR (@119)` parancs arra való, hogy ennek a channel-nek az értékét kérem be. A `ROUTE:MONITOR:STATE ON` paranccsal kapcsolom be a monitor funkciót, és a `ROUTE:MONITOR:DATA?` paranccsal íratom ki a műszer kijelzőjére. A `READ TEXT` sorral a mért adatot a szoftverrel íratom ki, az általam megadott kimenetre, jelen esetben az `x` kimenetre. Az eredmények kijelzésére többféle lehetőség van. Kijelzők, grafikonok, indikátorok. Én csak kijelzőket és grafikonokat használok, lásd 22. ábra. A grafikon összeköti

a mért pontokat és egy görbét rajzol, a Logging AlphaNumeric az összes mért adatot kijelzi, az AlphaNumeric pedig az utoljára mért adatot jelzi csak ki.



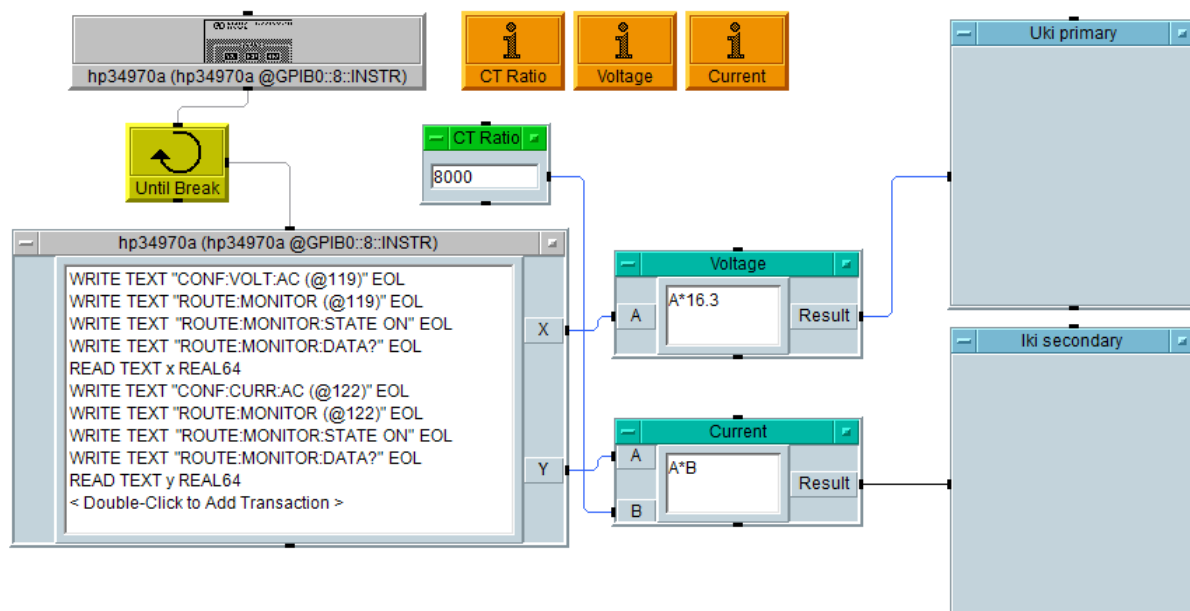
22. ábra Grafikon és kijelzők

Ezzel a programmal futtattam egy közel 6 órás tesztet is. Mérésem célja, annak vizsgálata, hogy az autotranszformátor kimenetének az értékeit, mennyire befolyásolja a cégnél működő géppark fogyasztása. A mért értékek csak a műszer méréshatárában láthatók, mely 25V-ig képes mérni. A kimeneten közel 440V-ot ad ki a transzformátor, így a mért értékeket 16,3-al meg kell szorozni, hogy a valós értékeket láthassuk. Az autotranszformátor kimenetét maximális feszültségre állítottam. A mért értékek 425V és 440V között változtak. A mérést értékelve arra a következtetésre jutottunk, hogy a géppark fogyasztása, a műszakváltások, a gépek ki-, bekapcsolása nem befolyásolja a transzformátor működését. Az 1. táblázaton látható ugrások időben nem egyeznek meg a felsorolt okok egyikével sem. A hirtelen változások lehettek akár a szomszédos cégek energiafelhasználása miatt is. A mérést a későbbi szabályozás miatt is érdemes volt elvégezni, hogy lássam milyen időközönként érdemes az autotranszformátorral szabályozni a teszthez szükséges áramértéket.



1. táblázat A mérés eredménye

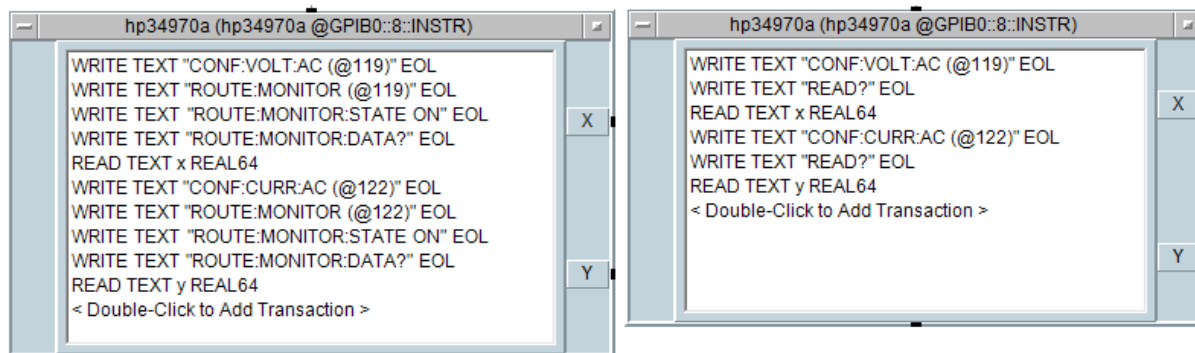
Miután a primer oldalon képes voltam mérni, kibővítettem a programot, hogy a szekunder oldal kimeneti áramát is mérhessem. Pár dolgot kellett csak változtatnom az eredetihez képest.



23. ábra Primer feszültség és szekunder áram mérése

Első lépésként fel kellett konfigurálni a mérő kártyát, hogy áramot mérjek vele. Erre szolgál a "CONF:CURR:AC (@122)" parancs. A mérőkártyáknál említettem, hogy csak a 21-es és a 22-es csatornákon lehet mérni áramot. A következő parancsok ugyanazok, mint a primer feszültség mérésénél. A Voltage és a Current blokkok úgynevezett Formulák. Ezekkel bármilyen matematikai műveletet végre lehet hajtani, kivonás, szorzás, osztás, összeadás. Ezekre a kártyák méréshatára miatt volt szükség. 25V feszültségig és 1A áramig képes mérni. A 16,3 a feszültség szorzója. A kimeneti feszültséget leosztva a műszer méréshatárával, ez az eredmény jön ki, tehát ezzel kapunk valós értéket a mérés után. A CT Ratio blokk az egy konstans, az áramváltó áttétele. Az áramváltó áttétele 8000/1-es, tehát a mért értéket 8000-el fel kell szorozni, hogy a valós értéket láthassuk. A kész programban ezt a blokkot elhelyeztem a felhasználói felületen is, hogy ha szükséges, akkor tudják változtatni. A narancssárga blokkok Note Pad-ok, megjegyzéseket lehet beléjük írni, ha későbbiekben valamit vissza kell nézni a programmal kapcsolatban, akkor segítség a fejlesztőnek, illetve tesztelőnek is, ha kérdése akad egy-egy program részlettel.

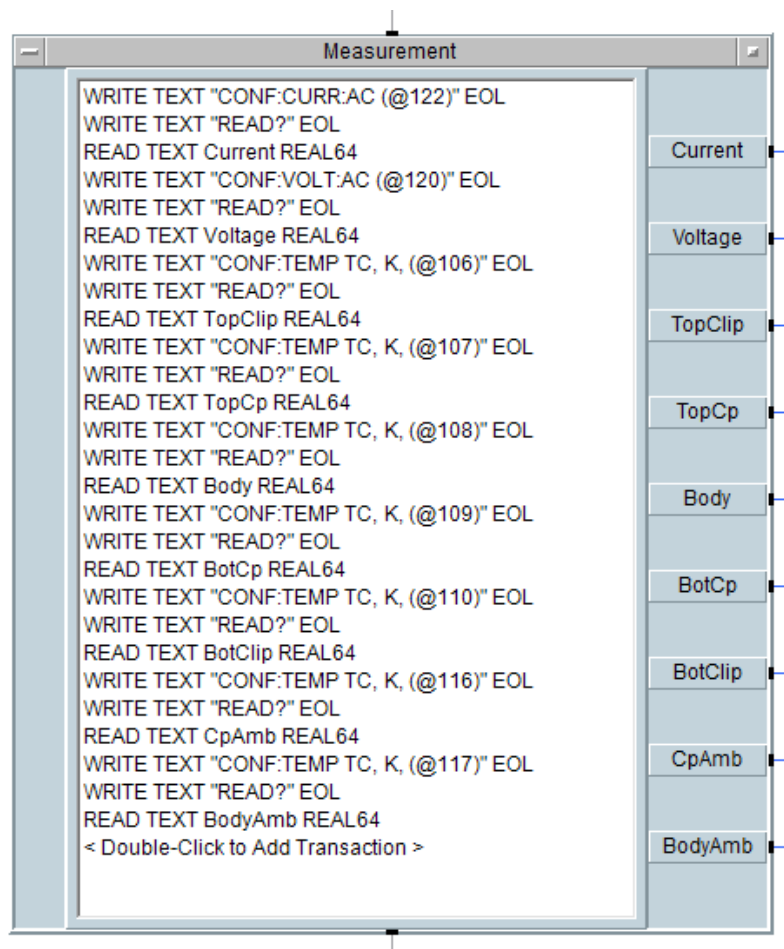
A tesztelőket megkérdeztem, hogy szükségük van-e a műszeren a multiméter funkcióra. Az indokom az, hogy műszer nem a valós értéket mutatja a kijelzőn és a tesztet is magára hagyják. Beleegyeztek, hogy ne mutassa ki a műszer a mért értékeket, így a parancsokkal lehetett egyszerűsíteni. A kezdeti 10 sorból így 6 lett.



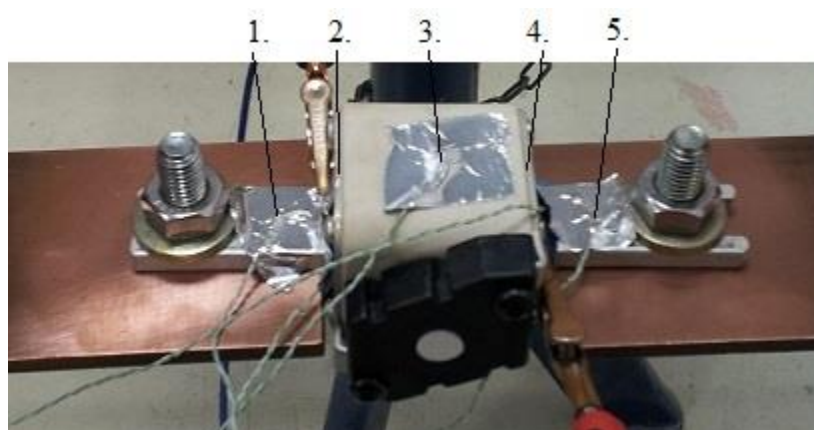
24. ábra Kevesebb parancs

A multiméterhez szükséges monitor parancsokat ki lehetett venni a konfigurálás menetéből. Elég csak egy "READ?" parancs, amellyel a mért adatot be lehet olvasztani a műszer kimeneti pufferéből. A végleges program mérési folyamatát a 25. ábra mutatja.

Minden esetben az első lépés a mérendő paraméter felkonfigurálása, következő lépésben beolvassuk a műszer kimeneti pufferéből, majd kiíratom a megadott kimenetre. A reléknek köszönhetően jól hallható, amint végig „kattogtatja” a műszer a portokat. Kezdi a szekunder oldal kimeneti áramával, majd a feszültséggel. Ezek után következnek a hőmérsékletek, 26. ábra. Sorrendben a felső csatlakozó vagy csipesz, Top Clip (1), felső takarólemez, Top Coverplate (2), a biztosító teste, Body (3), alsó takarólemez, Bottom Coverplate (4), alsó csipesz, Bottom Clip (5). Ezek a mérőpontok a tesztelendő biztosítón vannak elhelyezve. El van helyezve egy másik, hasonló felépítésű biztosító is. Erre a hőmérséklet-esések kiszámolásához van szükség. Ez nincs a mérőkörben elhelyezve, gyakorlatilag a szobahőmérséklet mérhető rajta. Ezt szabvány szerint a mérendő biztosítótól minimum 1 méterre helyezik el. Ezen mérik az Ambient-eket, környező hőmérsékleteket, a fedőlemezt, és a test hőmérsékletét. [4]



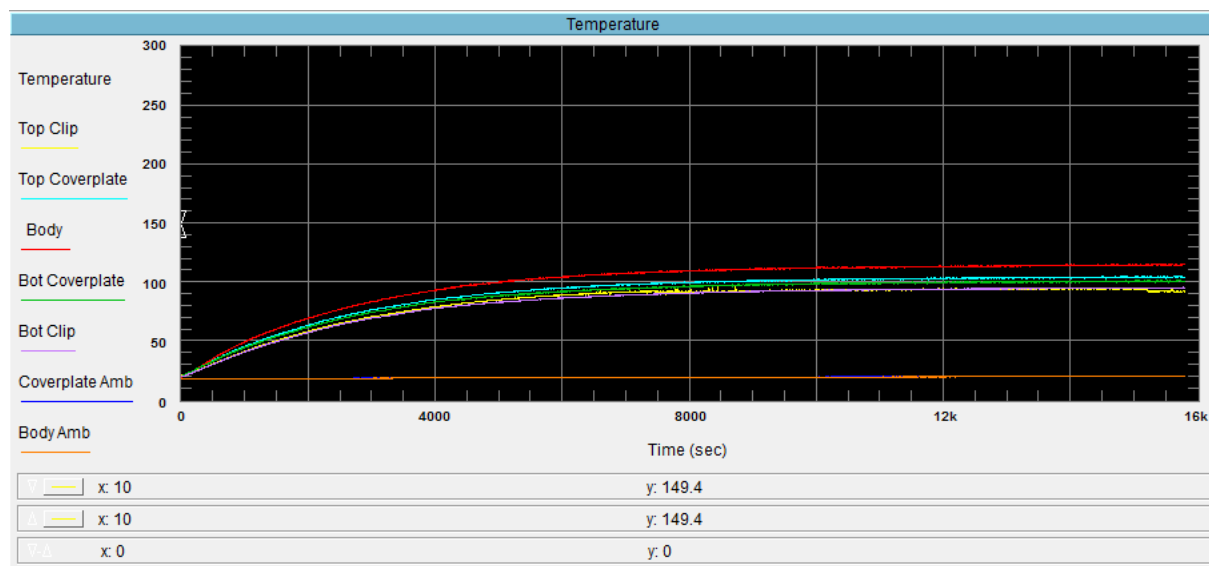
25. ábra Mérés folyamata



26. ábra Mérőpontok

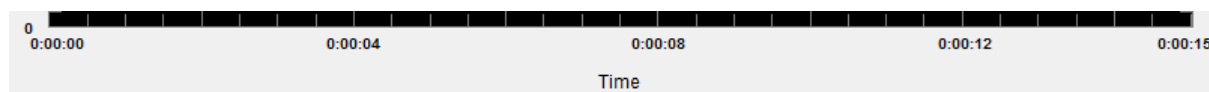
Hőmérséklet mérésére a következő parancsot használom: "CONF:TEMP TC, K, (@106)". Ennek a hosszú megfelelője "CONF:TEMP TC, K, (@106)". A TCouple Thermocouple-t jelent, vagyis magát a hőelemet, amit használok. A „K” a hőelem típusa, a

zárójelben pedig a csatornát adom meg, hogy mely porton szeretném mérni a hőmérsékletet. A blokk kimeneteire rá vannak kötve a felhasználói felületen látható kijelzők, és a mentésért felelős blokk.



27. ábra Hőmérséklet grafikonja

A 27. ábra egy teszt hőmérsékleteinek a kijelzését mutatja be. A grafikonra tettem 2 markert, amellyel a különböző mérőhelyek különböző értékeit lehet utólag megnézni, tetszőleges időben. Az alsó 2 sor ezeknek az értékeit írják ki az „X” -Time (sec)- és az „Y” -Temperature- tengely koordinátái alapján. A sorok elején lehet a gombokkal kiválasztani, hogy melyik görbére helyezze a program az adott markert. Az alsó sor a két marker közötti változást –delta értéket- mutatja. A grafikon „X” tengelyén a beosztás másodpercben van, ezt később megváltoztattam, és a teszt kezdetétől eltelt időt mutatja HH:MM:SS formátumban, 28. ábra.



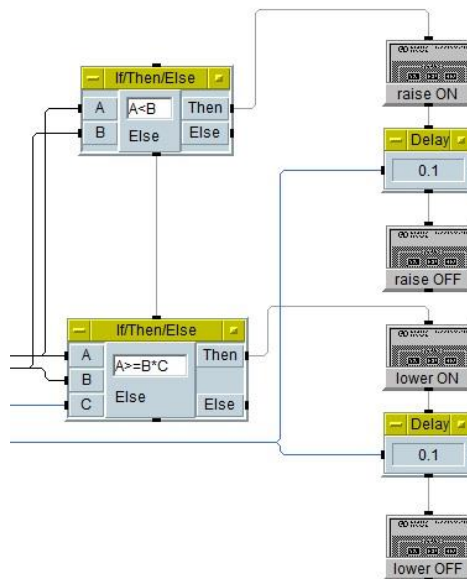
28. ábra X tengely időbeállítása

Ez alapján megváltoztattam a feszültség és az áram grafikonjának is az idő kijelzését.

6.2.3. Szabályozás

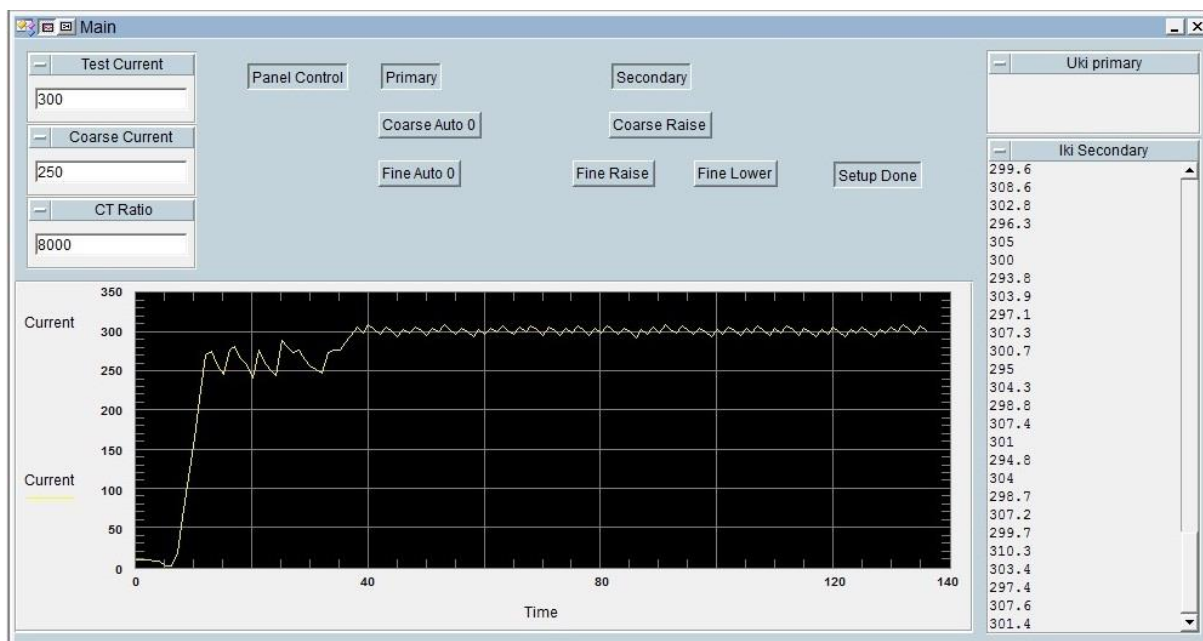
A gombok vezérlése működik, a mérések futnak, következő lépés a szabályozás. A szabályozásnál a szabályozó rendszer kizárólag magának a szabályozott rendszernek az állapotát figyeli. Ha az eltér egy adott, előírt állapottól, akkor az eltérés okától függetlenül megindítja az eltérést csökkenteni igyekvő beavatkozást [12]. A szabályozás jelen esetben a kimeneti áram adott értéken tartása a teszt folyamán. Ez folyamatosan változik. A biztosítónak van egy hideg ellenállása, és egy folyamatosan változó meleg ellenállása. A hideg ellenállást tudják, ez az elementek szobahőmérsékleten mért ellenállása. A teszt folyamán a biztosító melegszik, ez lesz a meleg ellenállás. A biztosító gyakorlatilag egy termikus eszköz, az ellenállása változik a hőmérsékletétől függően. A teszt indításakor a szobahőmérsékletű biztosító melegedni fog, így a transzformátor fix feszültségéből adódóan egyre kisebb áramot vesz fel. Ennek megelőzésére van a transzformátor primer körén az autotranszformátor, amivel a primer kör kimeneti feszültségét lehet állítani, ezzel a biztosítóra jutó feszültséget és áramot.

A szabályozás megoldása egyszerű feladat volt, csak össze kellett hasonlítanom a mért áramot a teszt árammal, ha a mért áram kisebb, mint a teszt áram akkor felfelé változtasson a görgőkkel. Ezt úgy tudja megtenni a program, hogy a görgőhöz rendelt portnak a reléjét behúzza, a Variac on Time mezőben megadott ideig. Ez a konstans egy ún. Delay blokkba lett beíratva, aminek a feladata a késleltetés. Amikor ez az idő lejárt, jelen esetben a 0,1 másodperc, a relé elenged és megszűnik a görgő mozgása, mozgatása is. Ha a mért áram nagyobb a teszt áram és a teszt áram tolerancia szorzatánál, akkor csökkenti a kimeneti áram értékét. A csökkentés menete ugyanaz, mint a növelése, annyi eltéréssel, hogy itt másik portszám van megadva. A lényege a szabályozásnak, hogy a teszt áramnál kisebb semmiképp sem lehet a mért áram, annál nagyobb viszont megengedett egy adott határon belül, ennek a felső határnak a megadásához kell a Test Current Tolerance mezőben megadott szorzó. A szabályozás ugyanígy működik a durva beállításnál, csak nagyobb az alsó és a felső érték közötti intervallum, illetve a teszt folyamán a szabályozás is ugyanezen analógia szerint működik. A 29. ábra mutatja, hogy az If/Then/Else blokkon látható A és B bemenetek a mért és a teszt áram, a C bemenet pedig a Test Current Tolerance szorzója. Ha az If/Then/Else blokkokban megadott feltételek teljesülnek, akkor a feltételnek megfelelő szabályozás történik meg, tehát növeli, vagy csökkenti a kimeneti feszültséget.



29. ábra Finom beállítás szabályozása

A szabályozás menetének bemutatására lefuttattam egy mérést. A 30. ábra mutatja, hogy a teszt közel 0 Amperról indul. Teszt áramnak 300 Amper van megadva, durva áram beállításnak 250 Amper. A konstans értékek megadása után a Panel Control bekapcsolása következik. Ezzel a konstansok értéke nem változtatható, csak a gombok vezérlése működik. A Primary gombbal bekapcsoljuk a primer oldalt. A Coarse Auto 0 és a Fine Auto 0 a durva és finom görgők nullázására szolgál, az Uki primary pedig ezzel egy időben méri a primer kör kimeneti feszültségét. A Secondary gomb a szekunder oldal bekapcsolásáért felelős és innentől indul el az áram mérése, az Uki primary mező innentől nem aktív. A Coarse Raise gombbal állítjuk be a durva áramot a 250 és a 300 Amper közé, itt történik az első szabályozás. A grafikonon jól látható, hogy az áram 0-tól emelkedik és 250-300 Amperes tartományban marad. A Fine Raise és a Fine Lower a finombeállításért felelnek, de ezek most nem lettek használva, a későbbiekben teljesen el is lettek tüntetve. A Setup Done lenyomása után indult el a teszt, innen már csak a finom görgők dolgoznak, látható, hogy a lenyomása után sokkal kisebbek a mért értékek közötti eltérések, és viszonylag jól tartja a teszt a 300 Ampert.

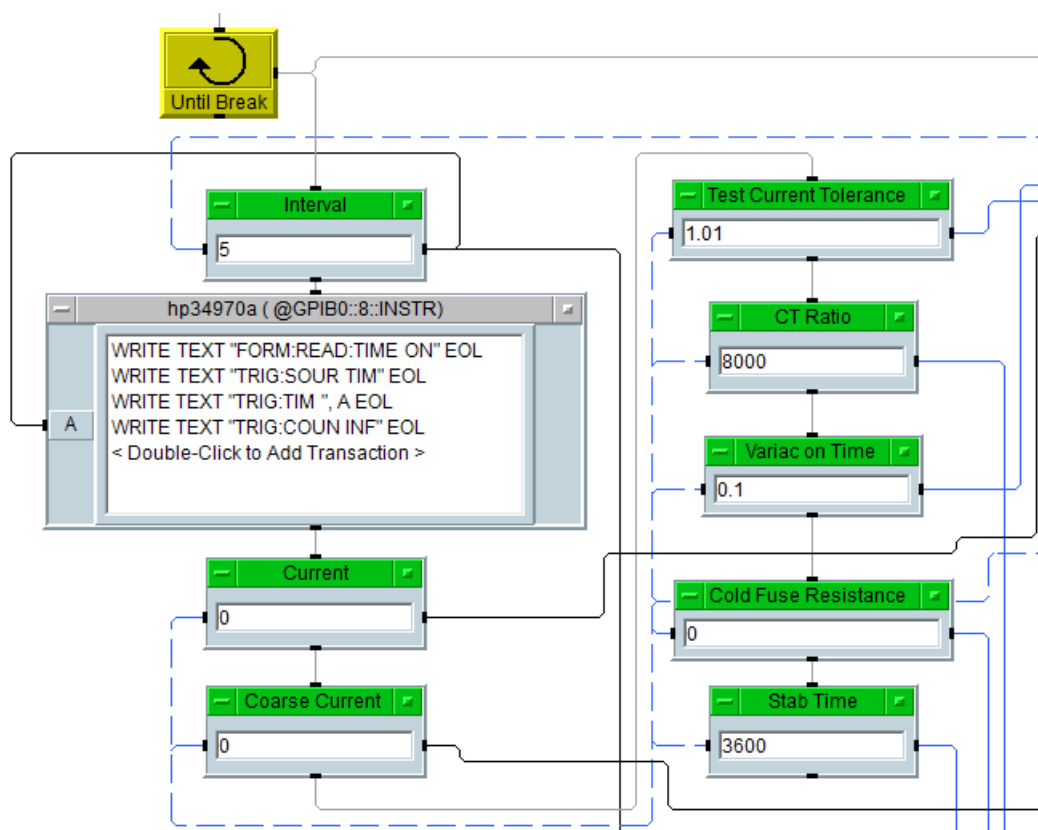


30. ábra Szabályozás bemutatása

A durva beállítással egységnyi idő alatt nagyobb értéket ugrik az áram, ez körülbelül 60-100 Amper között mozog. A finom beállítás egységnyi idő alatt kisebb értéket változik, ez körülbelül 6-10 Ampernek felel meg. Ha a finom beállítással az elején sokat kell állítani, akkor egy hosszú, esetleg több napos teszt folyamán a végére már nem lehet szinten tartani a teszt áramot, mert fizikailag nincs rá lehetőség, ezért kell a tesztet a durva beállítással kezdeni. A finom beállítás görgője nagyjából 400 Ampert tud kiadni maximális végállásában.

6.2.4. Méréshez szükséges paraméterek

Ahhoz, hogy a mérés működjön meg kell adni plusz konstansokat. Szükség van egy Interval-ra, ami a műszer mérési intervallumát adja meg. Szükséges a teszt áram, Current. A durva beállításhoz kell egy Coarse Current áram, a teszt áram szinten tartásához kell egy Test Current Tolerance. A CT Ratio az áramváltó áttételét adja meg. A Variac on Time a relék behúzási ideje. A Cold Fuse Resistance a biztosító egy katalógus adata, mely szükséges az N-Factor kiszámításához, a Stab Time pedig a stabilitás megállapításához szükséges.



31. ábra Konstansok megadása

Ezeket az értékeket csak a teszt elején lehet beállítani. Mindegyik mezőnek van egy Disable Editing bemenete, ami arra szolgál, hogy a Panel Control gomb lenyomása után ne lehessen megváltoztatni őket. A 31. ábra mutatja, hogy Direct I/O-val a műszert konfigurálom fel.

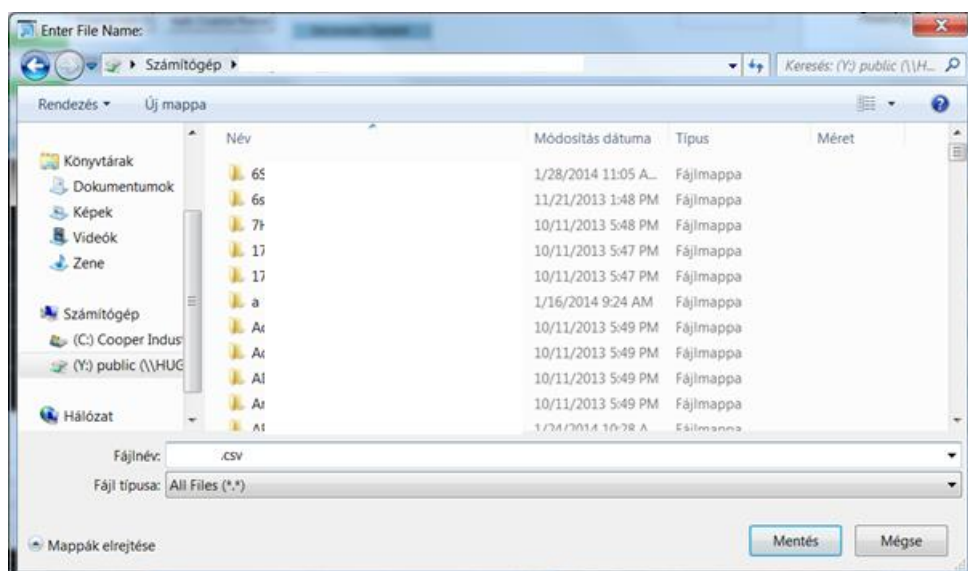
A "FORM:READ:TIME ON" minden beolvasáshoz időbélyeget rendel. A "TRIG:SOUR TIM" az időzítő beállítását adja meg. A "TRIG:TIM ", A a beolvasás intervallumát adja meg az „A” bemeneten, jelen esetben 5 másodperc. Minden csatorna 5 másodpercenként kerül újra beolvasás alá. A "TRIG:COUN INF" pedig a beolvasás ismétlését adja meg, végtelen ideig tart, vagy amíg meg nem állítják a tesztet.

6.2.5. Mérés adatainak mentése

Az eredeti program a mért értékeket .xls-be mentette le. Ez a teszt indításával egy időben megnyílt és úgy mentette le az eredményeket. A két program egyszerre futásának vagy a tesztelő figyelmetlenségének köszönhetően, például rossz helyre kattint a mérés alatt, a mérőszoftver gyakran lefagyott. Ez egy több órás, napos teszt esetében zavaró lehetett. Ez miatt döntöttem úgy, hogy .csv fájlba mentem az adatokat. Ez egy programozható

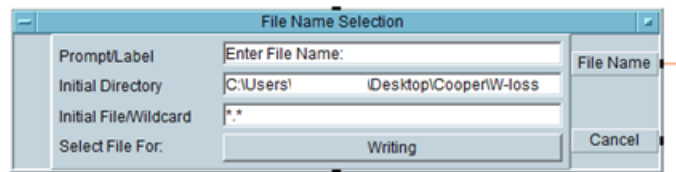
fájlformátum, melynek jelentése Comma-separated values [13], vessző által elválasztott értékek. Ez egy angol fájl formátum. A fájlba való mentéshez az adatokat vesszővel választjuk el, minden vessző külön oszlopot jelent. Ha magyar nyelvű gépen nyitjuk meg a fájlt, akkor egy tagolatlan adathalmazt kapunk, ami nehezen átlátható. Angol nyelvű gépen oszlopokba vannak rendezve a mért értékek, a fejlécben megadott neveknek megfelelően. Magyar nyelvű gépen is be lehet állítani, hogy megfelelő tagolással jelenjen meg a táblázat.

Ez a programban egy To File nevű blokkként található. Ez a blokk azért felelős, hogy bármilyen adatot elmentsen tetszőleges fájlformátumban. Ugyanúgy lehet programozni, mint a Direct I/O Object blokkot. Lehet neki adni bemeneteket, bementnek File Name pin-t is, erre rákötve egy Text blokkot, meg lehet adni, hogy milyen névvel mentse el a fájlt, ezt a kész programban használtam.



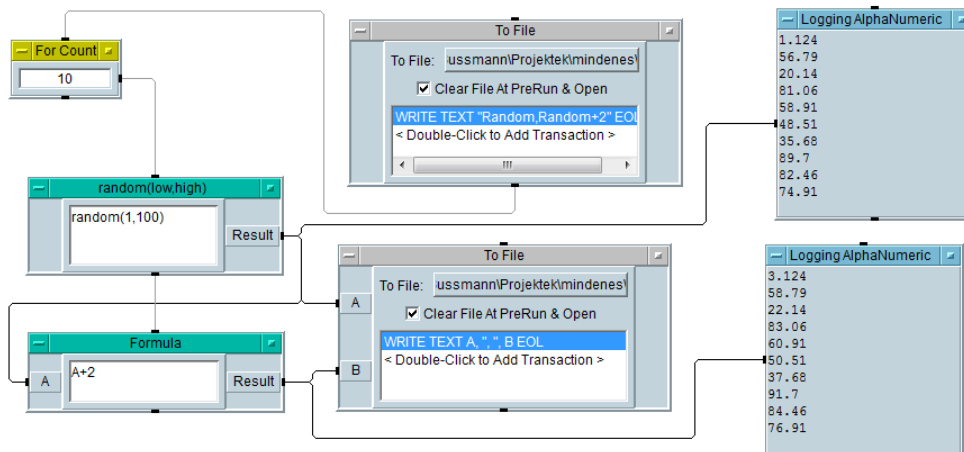
32. ábra Könyvtár és fájlnev megadása

A fájl mentését a 33. ábra mutatja. A Prompt/Label mezőben a fájl nevét lehet beírni. Elfogad ékezeteket, számokat egyaránt. Az Initial Directory mezőben meg lehet adni egy alapértelmezett mappa elérési útját, de a teszt indításánál ezt felül lehet bírálni. A 32. ábra mutatja a mentési lehetőséget. Az Initial File/Wildcard mezőben a fájl formátumát lehet megadni, ezt azért nem láttam fontosnak beírni, mert a fájlnévvel együtt beírható. A Select File For pedig a mentett fájl írására, vagy olvasására ad engedélyt a programnak. Jelen esetben csak írni tudja.



33. ábra Fájl mentése

A 34. ábra egy egyszerű program eredményeinek a mentését mutatja be. Egy randomszám generátort futtatok, aminek az eredményeit lementem a Random oszlopba, majd ennek eredményeihez hozzáadok kettőt és elmentem a Random+2 oszlopba, ugyanabba a fájlba.



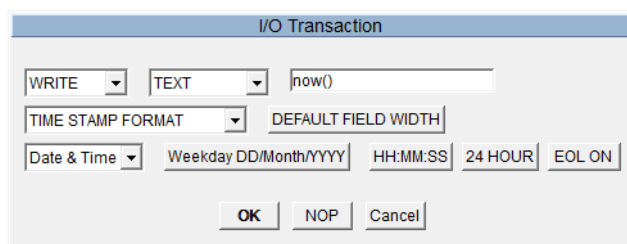
34. ábra Mentés fájlba

Az első To File blokkal adom meg a mentett adataim fejlécét. Ezt csak egyszer kell konfigurálni. A mentett fájlban 2 oszlopom lesz, egyik Random, másik Random+2 névvel. A másik To File blokk bemeneteire rákötöttem a Formula blokkok eredményeit. A két oszlopba a következő paranccsal tudom menteni az eredményeket: A, ", ", B. Az A és B a bemenetek nevei, az oszlopokat pedig a ", " karaktersorral választom el egymástól. 10 alkalommal futtatom a programot, tehát 2x10 eredményem lesz. Az eredmények láthatóak a Logging AlphaNumeric kijelzőkben, és a táblázat mutatja a mentett adatok formátumát.

Random	Random+2
1,123871	3,12387085
56,79324	58,79324341
20,13654	22,13653564
81,06287	83,06286621
58,91415	60,91415405
48,50598	50,50598145
35,6778	37,67779541
89,69757	91,6975708
82,45868	84,4586792
74,91162	76,91162109

2. táblázat Mentett adatok

A végleges programban a mentés kissé bonyolultabb, de csak a mentett adatok mennyisége miatt. Mentésre kerül 17 adat. A fájl első sorába a teszt indításának dátuma és ideje került, 35. ábra.



35. ábra Dátum és idő mentése

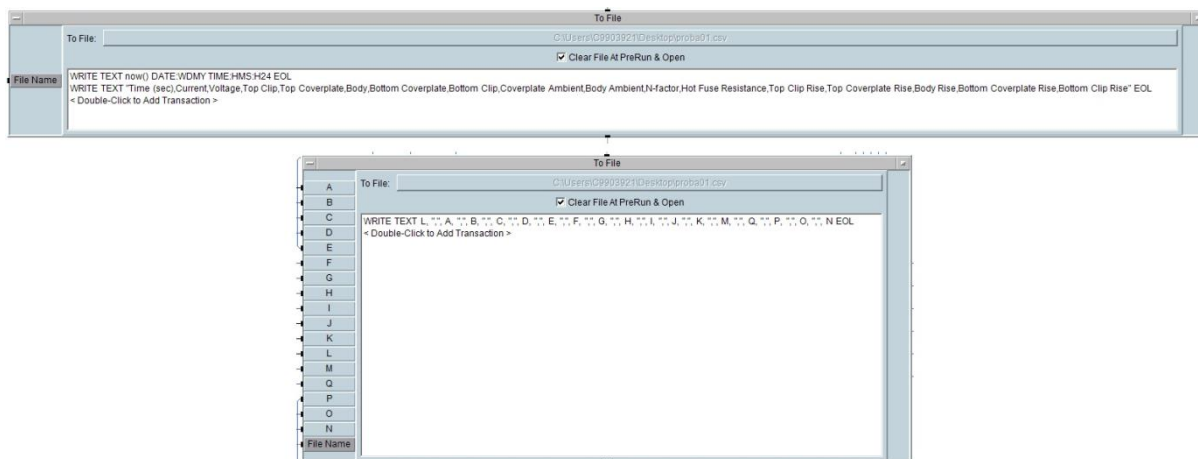
Wed 15/Jan/2014 09:41:06 formátumban jelenik meg. Második sorba kerül a mentett adatok fejléce.

"Time (sec),Current,Voltage,Top Clip,Top Coverplate,Body,Bottom Coverplate,Bottom Clip,Coverplate Ambient,Body Ambient,N-factor,Hot Fuse Resistance,Top Clip Rise,Top Coverplate Rise,Body Rise,Bottom Coverplate Rise,Bottom Clip Rise"

Ez a To File blokkban a következőképpen néz ki:

L, "", A, "", B, "", C, "", D, "", E, "", F, "", G, "", H, "", I, "", J, "", K, "", M, "", Q, "", P, "", O, "", N

Ezzel a parancssorral a különböző bemenetekhez a különböző mért adatokat rendelem hozzá. Az „L” a „Time (sec)”, az „A” a „Current” és így tovább. Azért nincs követve az abc sorrend, mert a programot folyamatosan teszteltem, és utólag bővítettem ki a szükséges oszlopok neveivel. A mérnökök is gyakran álltak elő újabb kívánságokkal, hogy milyen adatok mentésére van szükségük.



36. ábra Mentés konfigurálása

A következő táblázatban a mentett adatok egy részlete látható.

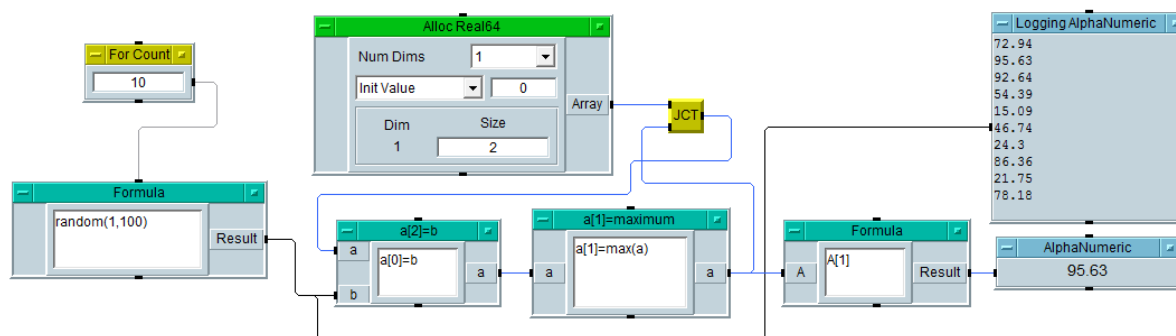
Wed 15/Jan/2014 09:41:06						
Time (sec)	Current	Voltage	Top Clip	Top Cap	Body	Bottom Cap
5	549,466	0,092509	24,826	25,178	22	25,806
10	565,486	0,095692	25,537	26,039	22,7	26,701
15	556,096	0,094831	26,217	26,894	23,5	27,562
20	546,6	0,093893	26,819	27,683	24,4	28,343
25	558,792	0,096346	27,406	28,443	25,3	29,078
30	550,148	0,095263	28,005	29,237	26,3	29,864
35	549,854	0,095678	28,56	29,951	27,3	30,547
40	563,642	0,098407	29,127	30,679	28,3	31,296

3. táblázat Mentett adatok

6.2.6. A maximum értékek kijelzése, hőmérséklet-esések

A teszt futtatása során szükséges a maximum értékek megjelenítése is. Ez leginkább a Body mérésénél fontos. Ebből előre meg tudják jósolni, hogy a biztosító esetleg tönkre fog-e menni a teszt folyamán. A biztosító paramétereit ismerik, meg tudják mondani, hogy körülbelül mekkora hőmérsékletet bír az element. Ez csak egy közvetett mért érték, hisz magát az

element-et így nem tudják mérni, a hőmérsékletet a töltőhomok elvezeti, a test is és a bussbarok is hűtőbordaként viselkednek. Ezen kívül még kijelzésre kerül az összes hőmérséklet mért maximuma, az áram és feszültség maximuma, valamint a számolt teljesítmény maximuma. Az ábrán látható megoldás került be a programba, de itt a külön készített részlet kerül bemutatásra.



37. ábra Maximum érték kijelzése

Szintén egy randomszám generátort alkalmaztam a mérés szimulációjára. Az Alloc Real64 egy 8 bájtos tömb létrehozására alkalmas. A Num Dims a kimeneti tömb számát adja meg, nekem 1 kellett. Az utolsó sorban a Size a tömb méretét jelenti. Jelen esetben kettő szám szükséges, egyik az utolsó mért, a másik pedig a megjegyzett legnagyobb érték. Az $a[2]=b$ tömb a „b” bemenetre érkező mért értéket az „a” bemenetre érkező szám helyére rakja, jelen esetben az alsó helyre, mert a most szükséges tömb b egy alsó és egy felső elemből épül fel. Az $a[1]=\text{maximum}$ tömbben a felső helyre rakja a maximum értéket, a következő tömb $A[1]$ -e pedig a felső helyre rakott értéket viszi tovább. Az ábrán látható a 10 random szám, és az alsó kijelzőn pedig a 10 szám legmagasabb értékét jelzi ki. A JCT egy „vagy” kapu, egy visszacsatolás, hogy mentett értékkel legyen összehasonlítva a mért érték.

A hőmérséklet és a teszt kezdetétől folyamatosan változik. A tesztelt biztosító és a szobahőmérsékletű biztosító Coverplate Ambient-jéhez viszonyított hőmérséklet-változás abszolútértékes különbsége.

A hőmérséklettel függ össze a biztosító N-factor száma is. Ennek az értéknek a kiszámolásához szükséges a biztosító meleg ellenállása, Hot Fuse Resistance. Ez a teszt alatt szintén folyamatosan változik. A melegedés miatt nő az ellenállás értéke, viszont a

transzformátor működéséből adódóan a kimeneti feszültség állandó marad. Ohm törvénye alapján az árama folyamatosan csökken

$$U = R * I \quad (4)$$

ahol:

U a feszültség,

R az ellenállás és

I az áram.

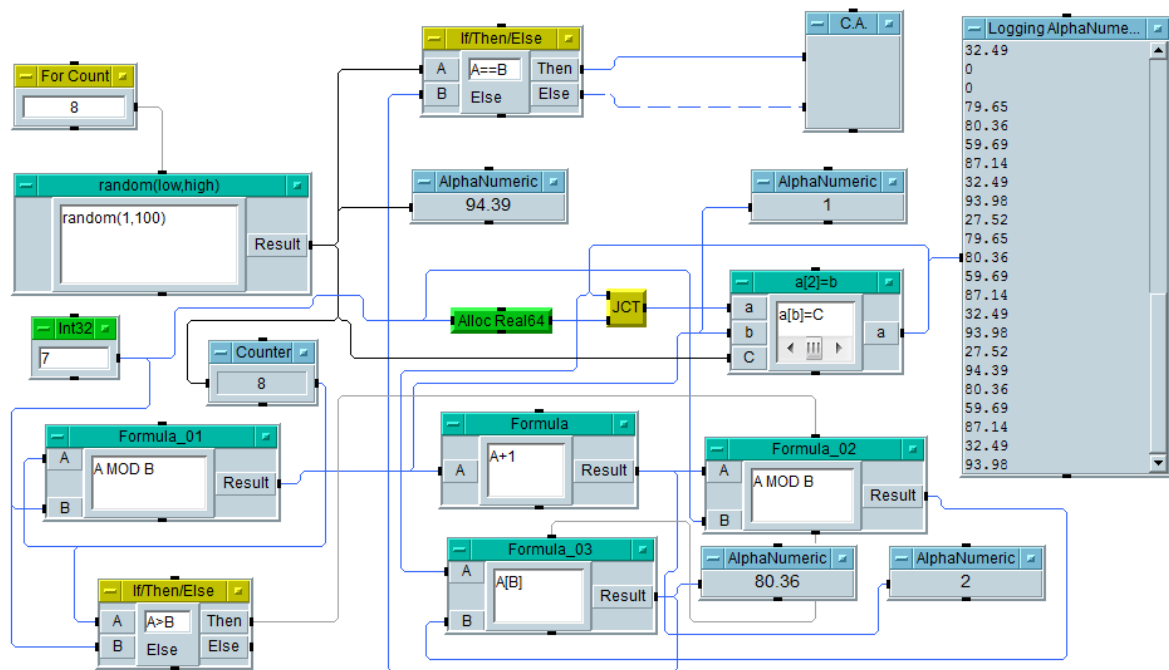
Ennek a paraméternek a folyamatos változása miatt van szükség a szabályozásra. A Hot Fuse Resistance az utoljára mért feszültség és áram hányadosa. Az N-factor kiszámítása pedig a következő:

$$N - factor = \frac{Hot\ Fuse\ Resistance}{Cold\ Fuse\ Resistance} \quad (5)$$

Tehát a biztosító meleg és hideg ellenállásának hányadosa. Ennek az optimális értéke 1,2.

6.2.7. Stabilitás

A stabilitás egy fontos tényező. A kritériumokat szabvány írja elő. A biztosító állandósult állapotát jelenti. Ebben az esetben az element már nem melegszik tovább, a feszültség sem változik, gyakorlatilag beáll állandó értékre minden. Állandó hőmérsékletűnek lehet nevezni a biztosítót, ha a hőmérséklet-változás nem haladja meg az 1K-t óránként [4]. Ez körülbelül a teszt kezdete után 2-5 órával történik meg. Itt mérhetőek a valós üzemi paraméterek az adott tesztáramon. Ahhoz, hogy egy biztosítót stabil állapotúnak mondhassunk, több feltételnek kell teljesülnie. Először is szükség van a Top Coverplate és a Coverplate Ambient hányadosának abszolútértékére. Szükség van a teszt áram és a teszt áram toleranciájának szorzatára, szükség van magára a teszt áramra, valamint az utoljára mért áram értékére és az előtte egy órával mért áram értékére. Ezek az értékek bármikor elérhetőek a mérés folyamán, kivéve az 1 órával korábban mért áram. Ennek megjegyzésére szintén szükség volt egy tömb létrehozására, csak ennek a mérete 720 elem. Egy óra 3600 másodperc, a mérések 5 másodpercenként ismétlődnek, 3600 és az 5 hányadosa 720. Ennek a 720 mért eredménynek az első és utolsó értéke kerül összehasonlításra, 38. ábra.



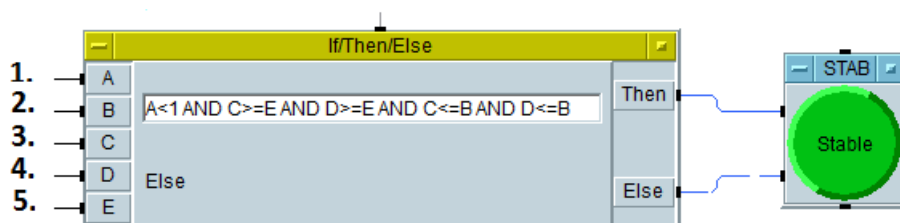
38. ábra Elmúlt óra első és utolsó értékének összehasonlítása

Random számgenerátor helyettesíti itt is a mérést. Elsőként létre kellett hozni egy tömböt. Az Alloc Real64-nek lehet adni egy olyan bemenetet, hogy Dim Size, amely arra szolgál, hogy bármikor megváltoztathassuk a méretét. A példaprogramban csak 7 elemű a tömb, a kész programban viszont 720, amit a konstansokból számoltattam ki egy formula tömbbel. Itt került használatra először a Modulo operátor. Ez maradékos osztást jelent, az osztás maradékát viszi tovább, amellyel meg lehet adni, hogy a tömb melyik helyére tegye a mért eredményt a program. A Formula_01 felel a tömb feltöltéséért. A Counter csak számolja a bemenő adatokat, és ha ennek értéke elérte az általam megadott számot, onnantól van meg az első óra összes mért eredménye. Ha ezt elérte, akkor a legelőször mentett adatot folyamatosan felülírja az újabb mérési eredményekkel, és ezeket összehasonlítja. Ha ez a két érték megegyezik, akkor a stabilitás egyik feltétele teljesült. A Formula_01 és Formula_02 ugyanazt a feladatot látja el, csak míg az első a most mért adat helyét adja meg az a[b]=C blokk segítségével, a második a korábban mért érték helyét mutatja az A[B] segítségével. Az a[b]=C az „a” tömb „b”-edik elemére teszi a „C” számot, az A[B] pedig az „A” tömb „B”-edik elemét mutatja. A Formula_02 akkor lesz aktív, ha az előtte levő If/Then/Else blokk feltételének megfelel, vagyis a beolvasott mért értéke száma megegyezik a tömb méretével.

A feltételek sorozata a következő:

- A hőmérséklet esés értéke kisebb, mint egy
- ÉS a most mért áram nagyobb vagy egyenlő, mint a teszt áram
- ÉS az egy órával korábban mért áram nagyobb vagy egyenlő, mint a teszt áram
- ÉS a most mért áram kisebb vagy egyenlő, mint a teszt áram és a tolerancia szorzata
- ÉS az egy órával korábban mért áram kisebb vagy egyenlő, mint a teszt áram és a tolerancia szorzata.

Amennyiben ennek a feltételnek megfelel a mérés, akkor lehet beszélni stabilitásról, 39. ábra.



39. ábra Stabilitás feltétele

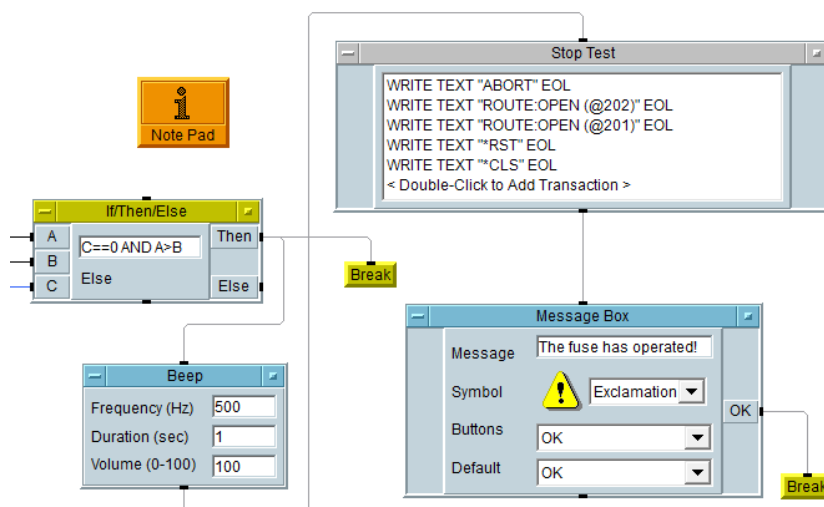
A bemenetekre a Top Coverplate és a Coverplate Ambient abszolútértéke (1), az áram és a teszt áram tolerancia szorzata (2), a most mért áram (3), az egy órával ezelőtt mért áram (4) és a teszt áram (5) van kötve. Ha a feltétel teljesül, akkor a STAB-nak nevezett indikátorban egy zöld kör jelenik meg Stable felirattal.

Így néz ki az alapprogram részekre bontva, kezdve az üzemi paraméterek megadásától a vezérlésen, a szabályozáson, a kijelzésen keresztül a mentésig és program befejezéséig.

6.2.8. Biztosító kiégett

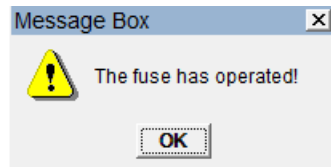
Egyes esetekben előfordul az, hogy a biztosító előre nem látható hibáiból adódóan nem bírja a teszt áramot. Akkor a biztosító element-jei kiolvadnak, ellenállása megnő, szakadás jön létre. Ahhoz, hogy a teszt ebben az esetben ne fusson, szintén létre kellett hozni egy feltételt, melynek vizsgálatából kiderül, hogy jó-e még a biztosító, vagy már szakadás van a „helyén”. Amennyiben a biztosító kiégett, máris értelmét veszíti a teszt, hiszen nincs, ami vezessen, sem

áram, sem feszültség nem mérhető és a hőmérséklet mérésénél is csak a hűlés folyamata látható a grafikonon.



40. ábra A biztosító megfelelő működésének vizsgálata

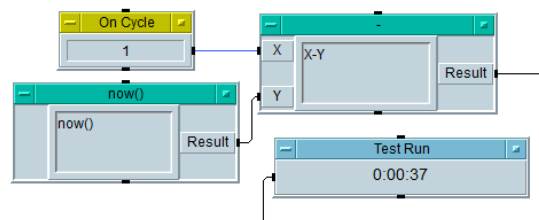
Az If/Then/Else blokk „A” bemenetére a teszt áram 0,25-ös szorzója érkezik. „B” bemenetére maga a mért áram, „C” bemenetére pedig az Stop Test gomb kimenete van rákötve. Akkor égett ki a biztosító, ha teszt áram*0,25 értékénél kisebb a mért érték. Ez a szorzat csak viszonyításhoz kell, kiégett biztosító esetén szakadás van, csak a feltételhez kellett egy érték, lényeg, hogy sokkal kisebb legyen a mért értéknél. A Stop Test gombot azért kell figyeltetni, mert ha lenyomom, akkor megállítom a tesztet, de még mindig mér minimális áramot pár másodpercig, és ebben az esetben is jelezne a program, hogy a biztosító kiégett. Ha ezek a feltételek teljesülnek, akkor a Break paranccsal megszakítja a mérést. A Beep blokk hang kiadására alkalmas. Be lehet neki adni a hangmagasságot, a hang kiadásának időtartamát, valamint a hang erősségét. A Stop Test blokkban megszakítja a mérést, kikapcsolja a szekunder és a primer tekercseket, majd alapállapotba állítja a műszert és a reléket. A Message Box egy felugró ablakot küld a tesztelőnek, 41. ábra. A Message mezőbe be lehet írni a felugró ablak szövegét, a Symbol-lal egy ikont lehet hozzárendelni, amivel a hiba súlyosságát lehet szemléltetni. A Buttons mezőbe gombokat lehet beállítani, esetleg gomb kombinációkat megadni neki. Nekem csak egy OK gombra volt szükségem, de lenyomása után sem történik semmi, ezért ide is egy Break lett kötve. Az OK megnyomása után még lehet menteni Print Screen-nel a teszt eredményét.



41. ábra A biztosító kiégett

6.2.9. Eltelt idő kijelzése, logó elhelyezése, teszt indításának ideje

A programban elhelyeztem egy órát is. Ez a beállítások kezdetétől számolja az idő múlását HH:MM:SS formátumban, így a tesztelők látják, hogy mennyi ideje fut a teszt, 42. ábra.



42. ábra Óra

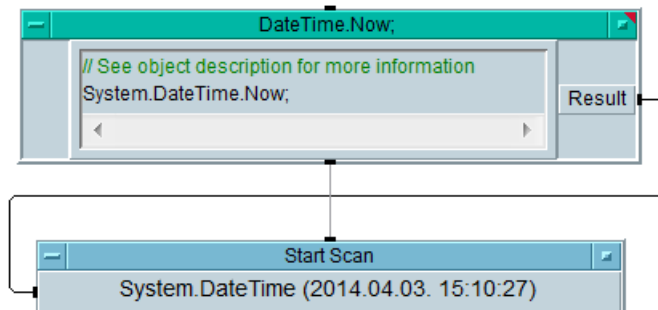
Az On Cycle másodpercenként ad ki jelet. Időszámításunk kezdetétől fogva számolja a másodperceket. A „now()” parancs az indítás pillanatában lévő időt írja ki. Az „X-Y” a kettő különbségéből képezi a teszt indításától eltelt időt.

A mérnökség kívánsága alapján, a program felületén el lett helyezve egy kép, ez az Eaton cég logója. Ezt a Display – Picture lehetőségnél lehet hozzáadni a programhoz. A Blokk beállításánál lehet megmutatni a programnak, hogy hol található a kép a Browse... menüpont segítségével.



43. ábra Eaton logó

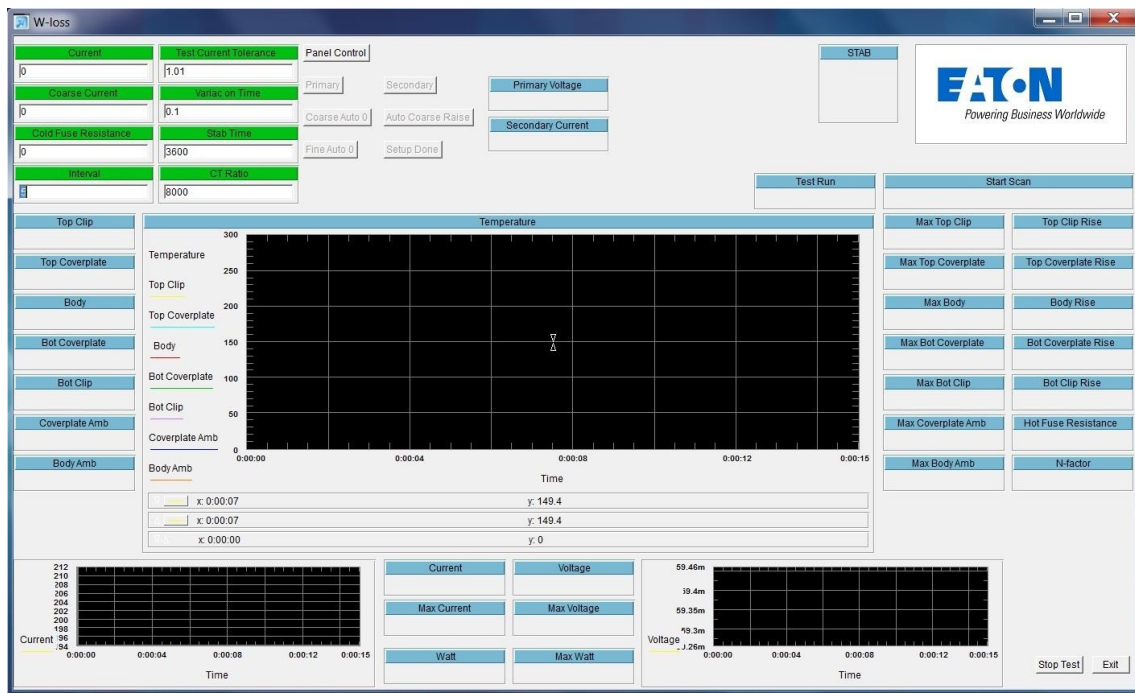
Többször említettem, hogy a program kijelzi a teszt indításának idejét. Ehhez van egy DateTime.Now nevű blokk. Ez önmagában képes a dátum megjelenítésére, csak egy kijelzőt kell hozzácsatolni és látható, hogy a teszt mikor lett elindítva.



44. ábra Teszt indításának ideje

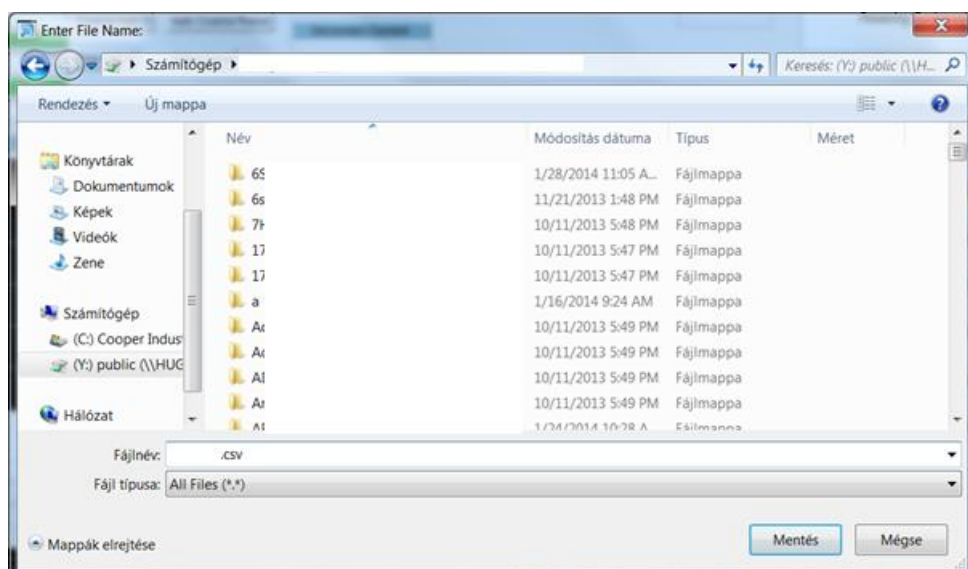
7. W-loss nevű program

A programnak több részből kell felépülnie. Elsőként a méréshez szükséges paramétereket kell megadni. A konstansok megadása után a gombokkal beállítják a szükséges áramértéket a tesztelendő biztosítóhoz. Ezek után következhet a teszt indítása, és a mért adatok elmentése. A mért adatokból ki kell írattni a teszt folyamán mért legnagyobb értékeket, a hőmérsékleteknél a hőmérsékleteséseket is. Ki kell számolni a teljesítményt és ennek maximum értékét is kijelezni. A biztosító stabilitását is figyelni kell. A biztosító meleg ellenállását is ki kell számolni, majd ebből a biztosító N-factor viszonyszámát. Több verzió is született ezen a feltételek alapján, de csak a végleges verzió kerül bemutatásra. Ezt a programot használják már a biztosítók tesztelésére.



Ezt a felületet látja a tesztelő. Itt tudja beállítani a szükséges paramétereket a teszt futtatásához. Ez csak egy futtatható verzió .vxe kiterjesztéssel, magába a programba innen nem lehet belenyúlni. A futtatható verzió létrehozását a File menü Create Runtime Version... parancsával lehet létrehozni. A teszt futtatását 3 részre lehet bontani.

7.1. Mérés paramétereinek megadása



A programot elindítva egy párbeszédpanelt kapunk, ahol be lehet állítani, hogy melyik mappába mentjük a mérést, és milyen fájlnevével. A fájlnev után a .csv utána írandó. Ha ez elmarad, akkor egy kiterjesztés nélküli fájlt kapunk.

A fájlnev és a könyvtár megadása után jön a paraméterek megadása:

Current	Test Current Tolerance
0	1.01
Coarse Current	Variac on Time
0	0.1
Cold Fuse Resistance	Stab Time
0	3600
Interval	CT Ratio
5	8000

47. ábra Méréshez szükséges paraméterek megadása

Current: Teszt áram, üzemi paraméter, amelyen a biztosító tesztelése történik. Ezt a tesztelő dönti el, attól függően, mire van szükség. Belső tesztelés lesz-e, vagy a megrendelőnek kell elküldeni, vagy csak az érdeklí, hogy miképp viselkedik a biztosító az adott áramnál.

Coarse Current: Durva áram beállítás. Current és Coarse Current közti tartományba állítja be az áramot a program. A durva beállítással csak megközelítik a teszt áramot. A kettő közötti különbséget szintén a tesztelő dönti el, a szükséges áram nagyságának arányában érdemes. Kis tesztáram esetében nagyobb, nagy tesztáram esetében kisebb is lehet az eltérés. A durva beállítás nagyobb értékkel változik ugyanannyi idő alatt, mint a finom beállítás. Ezt a beállítást csak a teszt kezdetén használjuk, ha beletalált a megadott tartományba, akkor onnantól csak a finom beállítás dolgozik.

Cold Fuse Resistance: Biztosító hideg ellenállása, szintén üzemi paraméter, a biztosító szobahőmérsékleten mért ellenállása. A biztosító a teszt folyamán melegszik, így az ellenállása változik. Ennek értéke a Hot Fuse Resistance mezőben látható.

Interval: Két mérés kezdete között eltelt idő. Változtatható, ebbe az 5 másodperces intervallumba bőven belefér a mérni kívánt értékek beolvastatása a műszerrel, a kijelzés és a mentés folyamata is.

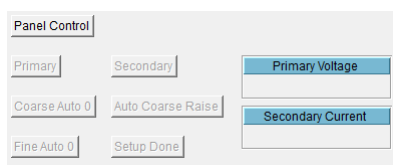
Test Current Tolerance: Egy szorzó, Current és a Test Current Tolerance szorzat tartományában tartja a teszt folyamán az áramot. Ugyanebbe a tartományba állítja az áram értékét a Setup Done gomb megnyomása után a finom beállítás.

Variac on Time: Az a beállított időtartam, amelyre a vezérlő program meghúzza a vezérelni kívánt relét.

Stab Time: Stabilitási időintervallum másodpercben (alapérték 3600 másodperc). Az elmúlt egy óra kezdő és végértékeinek összehasonlítása miatt kell. Ezekből dönti el a program a futás során, hogy stabil állapotban van-e a biztosító.

CT Ratio: Áramváltó áttételének értéke. A műszer csak 1A-ig képes mérni. Ha nagyobb áramot kap, akkor a műszerben található kártya és valószínűleg a műszer is tönkremegy. A transzformátor 15kA-t képes kiadni rövidzárbán.

7.2. Tesztáram beállítása



48. ábra Gombokkal a szükséges áram beállítása, illetve mérése

Panel Control: Lenyomása után a korábban beállított paraméterek már nem változtathatók meg, csak a gombok lesznek használhatóak.

Primary: Primer oldal bekapcsolása, itt méri a primer oldal feszültségét, mely a Primary Voltage mezőben látható.

Fine Auto 0: Finom beállítást nullázza. Szintén az autóttranszformátor tekercseit állítja úgy, hogy minimális áramot lehessen mérni a kimeneten. Primary Voltage értékét figyeli, 1,5V alá érve a gomb alapállapotba ugrik.

Coarse Auto 0: Durva beállítást nullázza. Az autóttranszformátor tekercseit alapállapotba húzza, minimális áramot lehet ilyenkor mérni a kimeneten. Primary Voltage értékét figyeli, 1,5V alá érve a gomb alapállapotba ugrik.

Secondary: Szekunder oldal bekapcsolása, itt méri a szekunder oldal áramát, mely a Secondary Current mezőben látható.

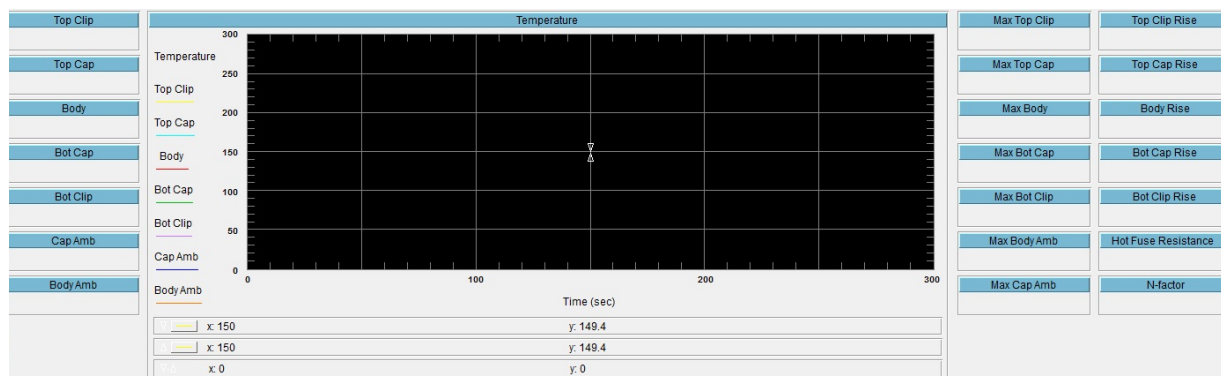
Auto Coarse Raise: Áram durva beállítása, Current és Coarse Current közötti tartományba emeli a kimeneti áram értékét, ha a kettő közé ér, akkor nem emel tovább. A durva beállításra azért van szükség, hogy a finom beállítással minél kevesebbet kelljen állítani.

Setup Done: A teszt indítása, innentől a finom beállítás emeli, illetve tartja a kimeneti áram értékét a Current és a Test Current Tolerance szorzata által meghatározott tartományban. Megnyomása után a felhasználói felületen a gombokkal nem lehet állítani semmit. A Primary Voltage és a Secondary Current mezőkben nem látható semmilyen érték. Innentől fogva a hőmérsékleteket, a szekunder oldali feszültséget és áramot méri.



49. ábra Az ábrán látható a mérőkábelek elhelyezése a biztosítón

Hőmérsékletek kijelzése:



50. ábra Hőmérsékletek

Temperature: hőmérséklet-idő formátumban mutatja a mért adatokat. X tengelyen az időt jelzi másodpercben autó-skálázást használva, Y tengelyen a hőmérséklet látszik 0 és 300 fok között. Kijelzi a Top Clip, Top Coverplate, Body, Bottom Coverplate, Bottom Clip, Coverplate Ambient valamint a Body Ambient mért értékeit. Táblázat mellett a baloldalon az adott pillanatban mért értékeket mutatja, míg jobb oldalon az egész mérés során a legnagyobb értékek láthatóak. A Rise feliratú mezőkben a hőmérséklet-emelkedés olvasható le. Ezek az értékek a Body Ambient és az adott mező különbségei. A „homokóra” egy marker. Mérés végeztével a kurzorral lehet tetszőleges helyre húzni, mind a felső, mind az alsó felét. Táblázat alatti részben lehet állítani, hogy melyik paramétert akarjuk vizsgálni.

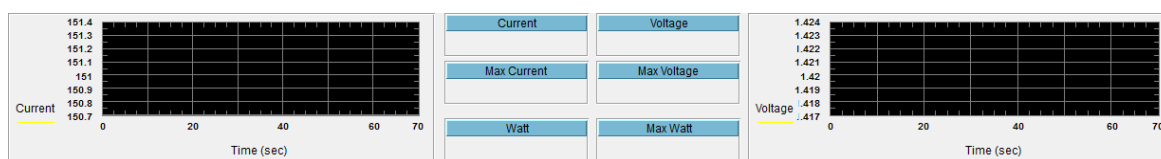
	x: 150	y: 149.4
	x: 150	y: 149.4
	x: 0	y: 0

51. ábra Markerek állapotai

Változtatni a gombok lenyomásával lehetséges. A harmadik sor a két marker különbségét mutatja.

A Hot Fuse Resistance a biztosító folyamatosan mért meleg ellenállását mutatja. Alatta a biztosító N-factor számát írja ki, a biztosító melegezésétől függően változik. A meleg ellenállás és a hideg ellenállás hányadosa.

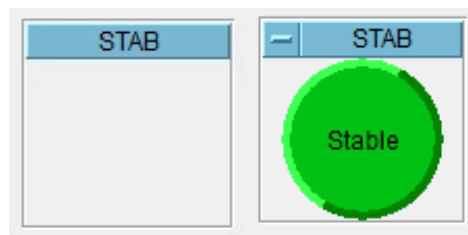
Áram és feszültség mérése:



52. ábra Áram, feszültség és teljesítmény

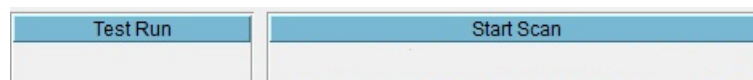
A táblázatok a mért áram és feszültség értékeket jelzik ki. Az X tengelyen szintén az idő van másodpercben. A Current és a Voltage mezők kijelzik az adott pillanatban mért értékeket. A Watt az áram és feszültség szorzata. A Max kezdetű mezők a mérés folyamán mért legnagyobb értéket jelzik ki.

Stabilitás:



53. ábra Stabilitás

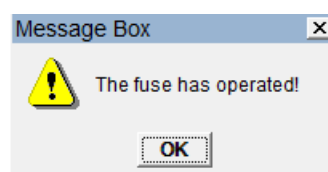
A korábban beállított Stab Time mező idejét alapul véve a mérés adatai alapján értékeli ki a biztosító stabilitását. Stabilitást elérve egy zöld kör látható benne.



54. ábra Teszt futási ideje és elindításának ideje

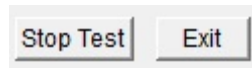
Test Run a teszt futási idejét jelzi ki HH:MM:SS formában, gyakorlatilag egy egyszerű óra, ami a program futtatásának pillanatában indul. Start Scan a teszt indítását mutatja, ez nem változik a teszt futtatása során. Minden indításnál az aktuális időt írja ki.

A mérés során, ha a biztosító kiolvadt, egy hibaüzenettel és sípolással értesíti a tesztelőt. Itt a feltétel csak annyi, hogy ha egy adott szorzatnál kisebb a mért érték, akkor a biztosító kiégett. A hibaüzenet után a transzformátor kikapcsol, a mérés megáll. Az „OK” gombra kattintva bezárja az üzenetet. Itt lehet Print Screen-nel menteni a mérést, valamint a markerekkel leolvasni a kívánt adatokat.



55. ábra A biztosító kiolvadt

7.3. Teszt befejezése



56. ábra A Teszt megállítása és kilépés a programból

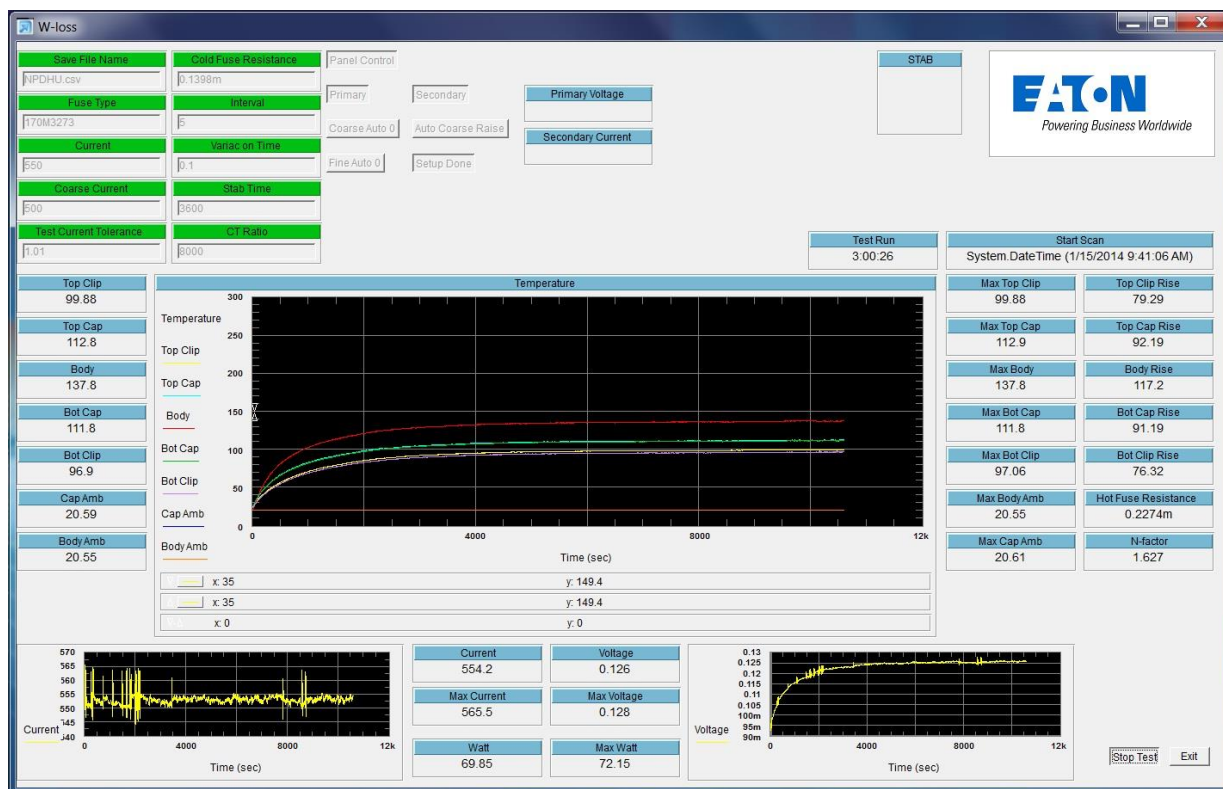
Stop Test gomb lenyomásával megállítjuk a tesztet. A transzformátor kikapcsol, a mérés megáll. Itt lehet Print Screen-nel menteni a mérést, valamint a markerekkel leolvasni a kívánt adatokat.

Exit gomb megnyomásával kilépünk a programból.

7.4. Próba teszt

Az 57. ábra egy lefuttatott tesztnek a mért eredményeit mutatja be. Ez még egy korábbi verzió, ezért vannak eltérések a felhasználói felületen. Ez volt az első verzió, amivel teszteltük magát a programot. A tesztet 3 órán keresztül futtattam. Láthatóak a megállítás pillanatában mért értékek, a táblázatokban a mérés ideje alatti értékek. A hőmérséklet grafikonban jól kivehetők a különböző mérőpontok eredményei, szobahőmérsékletről indulva, nagyjából 130 Celsius fokig emelkedett a biztosító hőmérséklete.

Ez a teszt nem felel meg az előírásoknak, nem ellenőrzött mérés. Szobahőmérséklet, páratartalom itt nem volt fontos tényező. Tájékoztatóként lett lefuttatva. Visszajelzés. Hibaüzenetek nem voltak a teszt futtatása alatt. Valamint a mérés helyességét, realitását hivatott ellenőrizni. Kiértékelve arra a következtetésre jutottunk, hogy az értékek megfelelnek egy hasonló lefuttatott teszthez, tehát a program megfelelően működik.



57. ábra A teszt eredménye

8. Összefoglalás, további fejlesztések

Az új program elkészült, a mérnökség már ezt használja a biztosítók tesztelésére. A program a teszt folyamán stabilan, hibaüzenetek nélkül fut. A számítógép nem fagyott le a több program futtatása miatt, ha esetleg ez előfordulna akkor sem vesznének el a mentett adatok, hiszen a .csv-be folyamatosan beírásra kerülnek. Mivel a fájl nem nyílik meg, így a tesztelő sem tud belenyúlni, ezzel is csökkentve a lefagyás lehetőségét. A program mozzgatása sokkal egyszerűbb, csak a futtatandó programot kell másolni, nincs szükség másik fájlra a program futásához. A gombok vezérlésénél nincs lehetőség arra, hogy az áram értéke megugorjon, ezzel kárt téve a biztosítóban a teszt során, hiszen a megadott paraméterek alapján történik a folyamatos szabályozás. A hőmérőkábel lehetséges elmozdulása, vagy tönkremenetele esetén az autóskálázás kikapcsolásának köszönhetően a grafikon a későbbiek folyamán is jól olvasható marad.

A program elkészült ugyan, de folyamatosan merülnek fel újabb kívánságok.

Például:

- A teszt csak adott ideig fusson, majd álljon le.
- A teszt folyamán adott időnként, az áram értékét százalékosan lehessen emelni a tesztáramhoz képest.
- Előre megadott, állandó N-factor számhoz szabályozza a program a tesztáramot.
- Egy ciklikus program létrehozása, ahol adott ideig fut a teszt, majd adott ideig kikapcsolt transzformátor mellett még mindig történjenek mérések, így láthassák a biztosító lehűlését, illetve megállapíthassák, hogy a biztosító mennyire bírja ezt a fajta terhelést.

9. Ábrajegyzék

1. ábra Egy biztosító metszeti képe [2]	5
2. ábra A transzformátor kezelőfelülete	5
3. ábra Egy lehetséges mérési összeállítás, „setup”	6
4. ábra Sérült kártya.....	7
5. ábra A Data Logger eleje és hátulja	8
6. ábra 34901A és a 34903A mérőkártyák	9
7. ábra A hőmérséklet-, a feszültség- és az árammérés bekötési rajza [6]	9
8. ábra A műszer hátulja a mérő kártyákkal	10
9. ábra 82357B USB/GPIB Interface	11
10. ábra Egy mérési összeállítás [6]	11
11. ábra Fejlesztői felület.....	12
12. ábra Műszer nevének lekérdezése	12
13. ábra I/O Monitor hiba.....	13
14. ábra Műszer csatlakoztatása a programhoz, Direct I/O Object	15
15. ábra Vezérlő gombok	16
16. ábra Gombok feltételei és vezérlése	18
17. ábra Egy UserObject belseje.....	19
18. ábra Gombok engedélyezése	20
19. ábra Gombok tiltása.....	20
20. ábra Program befejezése.....	21
21. ábra Primer oldal feszültségének a mérése.....	22
22. ábra Grafikon és kijelzők	23
1. táblázat A mérés eredménye.....	23
23. ábra Primer feszültség és szekunder áram mérése	24
24. ábra Kevesebb parancs	25
25. ábra Mérés folyamata	26
26. ábra Mérőpontok.....	26
27. ábra Hőmérséklet grafikonja	27
28. ábra X tengely időbeállítása	27
29. ábra Finom beállítás szabályozása	29
30. ábra Szabályozás bemutatása	30
31. ábra Konstansok megadása	31
32. ábra Könyvtár és fájlnev megadása	32
33. ábra Fájl mentése.....	33
34. ábra Mentés fájlba	33
2. táblázat Mentett adatok.....	34
35. ábra Dátum és idő mentése	34
36. ábra Mentés konfigurálása.....	35
37. ábra Maximum érték kijelzése.....	36
38. ábra Elmúlt óra első és utolsó értékének összehasonlítása	38
39. ábra Stabilitás feltétele.....	39
40. ábra A biztosító megfelelő működésének vizsgálata	40
41. ábra A biztosító kiégett.....	41
42. ábra Óra.....	41
43. ábra Eaton logó.....	41
44. ábra Teszt indításának ideje.....	42
45. ábra Felhasználói felület.....	43
46. ábra Mentés fájlba	43

47. ábra	Méréshez szükséges paraméterek megadása	44
48. ábra	Gombokkal a szükséges áram beállítása, illetve mérése	45
49. ábra	Az ábrán látható a mérőkábelek elhelyezése a biztosítón	46
50. ábra	Hőmérsékletek.....	46
51. ábra	Markerek állapotai	47
52. ábra	Áram, feszültség és teljesítmény	47
53. ábra	Stabilitás	48
54. ábra	Teszt futási ideje és elindításának ideje	48
55. ábra	A biztosító kiolvadt	48
56. ábra	A Teszt megállítása és kilépés a programból	49
57. ábra	A teszt eredménye	50

10. Irodalomjegyzék

- [1] MSZ EN 60269-1: *Kisfeszültségű biztosítók*. Magyar Szabvány. MSZ EN 60269-1:2008.
- [2] Koller László, Novák Balázs, Tamus Ádám: *Készülékek és szigetelések*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamos Energetika Tanszék. 2012.
- [3] Gergely István: *Elektrotechnika*. General Press kiadó. 2009.
- [4] IEC 60269-1: *Low-voltage fuses*. International Standard. IEC 60269-1 Edition 4.1 2009-07.
- [5] Hodossy László: *Elektrotechnika*. Széchenyi István Egyetem. 2006. HEFOP 3.3.1-P.-2004-09-0102/1.0.
- [6] Agilent Technologies: *Agilent 34970A Data Acquisition/Switch Unit User's Guide*. 34972-90001. Third Edition, May 2012.
- [7] TC Méréstechnikai Kft.: *Kézikönyv hőelemmel és ellenállás-hőmérővel történő méréshez*. 6.0-ás kiadás. TC Méréstechnikai Kft. 2009.
- [8] Agilent Technologies: *Agilent Connectivity Hardware for PC-to-Instrument Connections*. Data Sheet. 5989-1889EN. USA. May 6, 2011.
- [9] <http://www.home.agilent.com/en/pc-1000003078%3Aepsg%3Apgr/agilent-vee?nid=-34095.0&cc=GB&lc=eng> Utolsó látogatás: 2014. június 16.
- [10] Keviczky László, Bars Ruth, Hetthéssy Jenő, Barta András, Bányász Csilla: *Szabályozástechnika*. Universitas-Győr Kht. 2008. ISBN 978-963-9819-13-9.
- [11] Agilent Technologies: *Agilent 34970A Data Acquisition/Switch Unit Quick Reference Guide*. 34970-90009, March 2003 E0303.
- [12] Dr. Konecsny Ferenc: *Közlekedésautomatika III*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 2007.
- [13] <http://creativyst.com/Doc/Articles/CSV/CSV01.htm#ProcForm> Utolsó látogatás: 2014. június 16.