

Az áramellátó rendszer felügyeleti berendezésének moduláris elvű megvalósítása

© Krizsán Csaba, Szabó Ferenc

BEVEZETÉS

Szinte bármilyen áramellátó rendszer működtetése során alapvető igény a rendszer felügyelete, ami azt jelenti, hogy a kezelést végző személyzet kellő időben megfelelő információhoz juthasson a rendszer működéséről, a rendszer működésében előállt vagy a közeljövőben várható eseményekről. A felügyeletet ellátó berendezésnek önállóknak, vagyis függetlennek kell lennie az áramellátó rendszertől, hiszen az utóbbi meghibásodása esetén is információt kell szolgáltatnia az áramellátó rendszerről. A cikk egy ilyen felügyeleti berendezést mutat be, amely tetszőlegesen alakítható a felügyelni kívánt rendszer bonyolultságától függően.

A felügyeleti berendezés része egy központi számítógép modul, ami ebben az esetben egy LCD érintőképernyőt tartalmazó egykártyás számítógép, amely grafikus operációs rendszert tartalmaz. A központi számítógéphez adatgyűjtő modulok csatlakoznak, ezek a modulok végzik el például az analóg villamos méréseket: feszültség-, áram-, teljesítménymérés stb. Ezenkívül digitális jelek, kontaktusállapotok fogadásra is, továbbá digitális kimenetek, távjelzésre használható kontaktusok vezérlésére is alkalmasak. Az adatgyűjtő modulok bizonyos korlátok közötti tetszőleges számú megválasztásával a felügyeleti berendezés alkalmassá tehető kisebb, illetve akár bonyolultabb, nagyszámú mérési illetve ellenőrzési pontot, paramétert igénylő berendezések felügyeletére. Az adatgyűjtő modulok egymással és központi számítógép modullal optikai kábelekkel kialakított hálózaton keresztül kommunikálnak.

FŐBB EGYSÉGEK ISMERTETÉSE

Számítógép modul

A számítógép modul egy ipari célokra készült számítógép, amely számos input/output lehetőséggel rendelkezik: USB portok, RS232 portok, Ethernet-csatlakozás, monitorkimenet, hangkimenet. Ezeken a portokon keresztül a számítógép operációs rendszerének szá-

mos lehetősége érhető el (pl. az Ethernet-csatlakozón keresztül szinte minden hálózati funkció a webszervertől kezdve az SNMP távfelügyeletig). Az USB portokon keresztül szükség esetén további bővítési lehetőségek érhetőek el (CAN-csatlakozás, RS485 átalakító csatlakozás).

A CAN-csatlakozás egy nagysebességű soros busz, az autóiparból ismert, azaz a módosítással, hogy az összeköttetéshez optikai kábeleket használ, rugalmasan kialakítható szerkezetben. Ezt használja a felügyeleti berendezés is.

A modul egy viszonylag kisméretű alaplap (7×10 cm), mozgó alkatrészt nem tartalmaz, hőtermelése minimális. A kijelző és egyéb input/output egységek nincsenek vele egybeépítve, így gyakorlatilag bárhová beépíthetőek. A processzor 800 MHz-es ARM kompatibilis, 128 MB RAM-mal és 1GB Flash memóriával, ez a teljesítmény bármilyen adatfeldolgozási és grafikus megjelenítési feladat számára bőven elegendő.

A modul Windows Embedded CE 6.0 operációs rendszert futtat, nem kell félni, szerencsére az asztali Windows rendszerek hibái nélkül! Az operációs rendszer a flash memóriában található, mindössze 40 Mbyte méretű, gyorsan betöltődik, csak olvasható módon érhető el, így futás közbeni módosítása lehetetlen, nem fordulhat elő, hogy a jól működő rendszer idővel lelassul, „elszemetelődik”.

Az Embedded Windows nagy előnye, hogy a kezelési felület hasonló, mint az asztali gépeké, így a kezelése könnyen megtanulható, ismerős. Fejlett programfejlesztői és hibakereső rendszerek léteznek, amelyekkel a programok viszonylag gyorsan elkészíthetőek.

A felügyeleti program ismertetése

Feladata az MPQ rendszer szekrényeiből CAN buszon keresztül beérkező jelzések feldolgozása és kijelzése a hozzá csatlakoztatott monitoron:

- kontaktjelzések (hiba és kapcsoló-állások),
- analóg értékek,
- intelligens egységek jelzései (akkumulátortöltők, akkumulátor-felügyelet).

A rendszer állapotáról részletes grafikus és szöveges információt ad interaktív módon, illetve a CAN buszon keresztül meghajt kimeneti reléket.

A program általános felépítése

A program egy általános célú modul. A különböző fizikai felépítésű berendezésekhez paraméter állományokon keresztül illeszthető. A paraméter állományokban a rendszert tervező mérnök írja le, hogy az adott rendszernek mi a pontos felépítése (milyen szekrények vannak, milyen jelzéseket tartalmaznak stb.). Akár teljes logikai kifejezések is megadhatók (pl. akkor van áramellátási hiba, ha x és y hiba fennáll, és z jelzés is igaz). Ezeket egy közönséges táblázatkezelő programmal lehet megtenni, ha kész, az elkészült táblázatokat csak át kell tölteni a számítógép modulra, azaz egyedi berendezésekhez nem kell mindig a felügyeleti programot módosítani!

A számítógép modul minden bekapcsoláskor automatikusan a felügyeleti programot fogja elindítani.

A program szerkezete

A program tervezésekor az elsődleges szempont a megbízhatóság volt, azaz a programnak akár évekig kell mennie kapcsolat nélkül, úgy, hogy egyidejűleg feldolgoz minden beérkező jelzést, küldi a távfelügyelet számára a jelzéseit, naplóz, mindeközben a képernyőn keresztül kezelhető, különféle ablakok nyithatók. A program ezt úgy éri el, hogy több folyamatot (processzt) futtat a különböző feladatok számára.

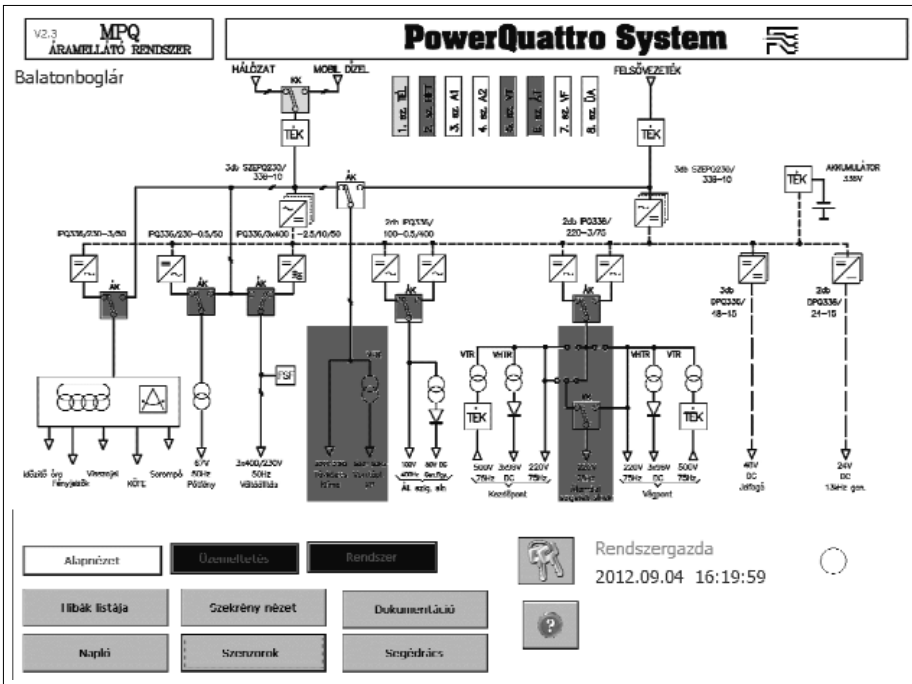
1. Jelzéstfeldolgozó folyamat. Elsődleges prioritású, közvetlenül hardvermegszakításra kötve. A gyorsaság miatt (akár másodpercenként több ezer jelről lehet szó) minimális intelligenciával rendelkezik, letárolja az adatot memóriában, és már tér is vissza.

2. Központi feldolgozó folyamat. Másodpercenként néhányszor aktivizálódik. Feladata összetett:

- a memóriában éppen letárolt jelzések alapján a különféle állapotok kiszámolása,
- timeoutok figyelése (a jelzés nem érkezik),
- távjelzések kiszámolása,
- intelligens egységek vezérlése,
- blokkok grafikai előkészítése, idő kijelzése, animáció,
- hardveres felügyeleti modul (watchdog) „csendesítése”.

3. Naplózás, flash diszk műveletek folyamata. Ez végzi a naplóadat kiírását a flash memóriába, illetve szükség esetén tisztítja a flash memóriát. Azért van szükség rá, mert a flash memória írása időigényes lehet (1-2 tizedmásodperc, de az is elfogadhatatlan), másrészt a flash memória élettartamának is jót tesz, ha nagyobb blokkokat írunk rá.

4. Menürendszer, felhasználói ablakok kezelése folyamata. Ez a gép operá-



ciós rendszeréhez tartozik, ezt látjuk a képernyőn. Ennek a legkisebb a prioritása.

2. Távfelügyeleti folyamat. Az SNMP távfelügyelet kiszolgálást végzi.

Hibatűrés

Hasonló célú programok esetében gyakran felmerül a hibátűrés kérdése. A programot nyilván csak hosszas tesztelés után alkalmazzuk, ennek ellenére óhatatlanul maradhatnak benne hibák. A beérkező adatok mennyisége és a nagymértékű időbeli aszinkronitás miatt (az adatgyűjtő modulok ugyan mindig ugyanolyan sorrendben adják az adatokat, de mivel sok adatgyűjtő modul van, a felügyeleti program egy ömlesztett, változó adatsortrendet tapasztal) a teljes körű tesztelés gyakorlatilag lehetetlen. Nem zárható ki az időnkénti fizikai zavar sem! A következő főbb elkerülendő esetek léteznek:

- A program a képernyőn szépen fut, reagál az utasításainkra, adatot is szolgáltat, de az adatfeldolgozás áll, ezért hamis az eredmény.
- A program „lefagyott”, és nem is szolgáltat adatot.
- A program adatfeldolgozása nem megy végig, hamis adatot szolgáltat.

A felügyeleti számítógép egy hardveres watchdogot használ. Ez egy önálló modul a számítógép alaplapján. Ha a beállított időközönként (15-20 mp) a program nem üzen a watchdognak (nem „csendesíti”), az a számítógépet hardver szinten újraindítja.

A program szerkezete olyan felépítésű, hogy a 2-es (adatfeldolgozó) és 4-es (kijelző) folyamat össze van kötve, a watchdog „csendesítése” pedig a 2-es

folyamat legvégén van, így bármilyen hiba a gép újraindulását fogja eredményezni.

A fenti képen példaként egy MPQ típusú (a MÁV-nál alkalmazott) szünetmentes áramellátó rendszer felügyeleti egységének kijelzője látható.

Felügyeleti adatgyűjtő modul

A Felügyeleti adatgyűjtő modul tetszőleges mérési tartományban (az alkalmazott mérő-átalakítótól függő) feszültség vagy áramértékek mérésére, digitális formában rendelkezésre álló információk (kontaktusállapotok) összegyűjtésére, kontaktuskimenetek (relé) vezérlésére, az összegyűjtött információk előfeldolgozására és azok továbbítására alkalmas.

A modul több nyomtatott áramköri kártyából áll, amelyek számának változtatásával bizonyos korlátok között tetszőleges kapacitású adatgyűjtő modul építhető fel. A modul programozható, így az adatgyűjtésre vonatkozó paramétereit változtathatók.

A modul az analóg jelek mérését valódi effektívérték-méréssel végzi, a mérés paramétereit (mintavétel gyakoriság, mérési időtartam) változtathatók, így a mért periodikus jelhez igazíthatók. A modul a mért feszültség és áramértékekből hatásos teljesítményértéket is számít.

Felépítés

Az adatgyűjtő modul egy vezérlőkártyát tartalmaz, ezen kívül választható számú illesztőkártyákat tartalmazhat a kívánt analóg mérési, illetve digitális be vagy kimeneti funkciókhoz. A kártyákat 2 db 34 pólusú szalagkábelből kialakított busz köti össze egymással. Az egyik busz digitális, a másik analóg jeleket tartalmaz.

Működési leírás

Vezérlőkártya:

A vezérlőkártya egy mikrokontrollert tartalmaz, a memóriájában (Flash) tárolt program végzi az adatgyűjtő működését. Mivel az adatgyűjtő programozható, a programozott paraméterek tárolására a vezérlőkártyán elhelyezett EEPROM szolgál. A tápfeszültség csatlakoztatására a vezérlőkártyán van lehetőség, ide kell csatlakoztatni a műszaki adatokban megadott értékű tápfeszültségeket, a többi kártyának a vezérlőkártya szolgáltat tápfeszültséget a buszrendszeren keresztül. Kivételt képez ez alól a digitális bemeneti kártyák mérőfeszültsége, mivel ez galvanikusan független a modul tápfeszültség ellátásától. Szintén kivétel az analóg bemeneti kártyák mérő-átalakítóinak tápfeszültsége, ahol választható a modul tápfeszültségeitől független tápellátás is.

A vezérlőkártyán található optikai csatlakozó szolgál a modulok és a központi számítógép (ami feldolgozza az adatgyűjtők információit) összekötésére. A vezérlőkártyát 16 bites digitális párhuzamos busz köti össze a többi kártyával, három címvezeték (A0-A2) és 8 kijelölő jelvezeték tartalmaz. A kijelölő jelek logikai 0 aktívak. A digitális busz ezeken felül tartalmazza az írás és olvasás művelet vezérlőjeleit, amelyek szintén logikai 0 aktívak. A digitális buszon lévő jelszintek LSTTL kompatibilisek.

A vezérlőkártyán található az analóg busz jeleit közvetítő csatlakozó, ami egyben referenciaszültséget is szolgáltat az analóg kártyák számára. A vezérlőkártyának 16 analóg bemeneti csatornája van. A bemenetek természetesen túlfeszültség ellen védettek. A kártyán lévő mikrokontroller 12 bites analóg-digitális átalakítót tartalmaz, ez végzi az analóg jelek feldolgozását.

Digitális bemeneti kártya:

Az adatgyűjtő modul 0-4 db digitális bemeneti kártyát tartalmazhat. A digitális bemeneti kártya az adatgyűjtő modul digitális buszra csatlakozik. A kártyák címbeállítása változtatható a kártyán található átkötések segítségével. A digitális bemenetek állapotának leolvasása multiplex módon történik, egy időben csak egy bemenetre (kontaktusra) történik a mérőfeszültség kiadása. A mérőfeszültség a kártya elkülönített csatlakozójára csatlakozik, ennek jellemző értéke 24 V egyenfeszültség, de ettől eltérő is lehet. A kártya 32 db kontaktus vizsgálatára alkalmas. A mérőáramkörök és a vezérlés galvanikus leválasztása optikai csatlók segítségével történik. A mérőfeszültség kontaktusra történő kiadása elektronikus kapcsolóelemmel (tranzisztor) történik, ebből 32 db található a kártyán. Va-

lamennyi vizsgált kontaktus egyik pontja közösített. A kontaktusok mérőárama egy külső mérőellenállással állítható be. A maximális mérőáram 100 mA lehet. Ha a vizsgált kontaktus zárt, akkor a mérőellenálláson megjelenik a teljes mérőfeszültség. Ezt egy optikai csatolót tartalmazó áramkör érzékeli, és a jel a digitális busz D0 adatvezetékén jelenik meg. Egy kontaktus állapotának mérése 1 ms ideig tart, a mérések ütemezését a modul vezérlőkártyája végzi.

Digitális kimeneti kártya:

Az adatgyűjtő modul 0-2 db digitális kimeneti kártyát tartalmazhat. A digitális kimeneti kártya az adatgyűjtő modul digitális buszra csatlakozik. A kártyák címbeállítása változtatható a kártyán található átkötések segítségével. A digitális kimeneti kártya 16 db differenciális kimenetet tartalmaz, egy kimenethez két, elmentéses logikai állapotú kimenőjel tartozik. A kimenetek jelszintje 0 és +12 V között változik. A differenciális kimenetek a kártya külső csatlakozójára csatlakoznak. Ezekre a csatlakozókra relés áramköri kártya csatlakoztatható. Ez a kártya 8 db relét tartalmaz, így egy digitális kimeneti kártyához 2 db relés áramköri kártya csatlakoztatható.

Analóg bemeneti kártya:

Az adatgyűjtő modul 0-4 db analóg bemeneti kártyát tartalmazhat. Az analóg bemeneti kártya az adatgyűjtő modul digitális buszra csatlakozik, ezen keresztül kapja meg a $\pm 12V$ -os tápfeszültséget. A másik csatlakozója az analóg buszra csatlakozik. Az analóg bemeneti kártyának 4 analóg kimenete van, átkötésekkel választható, hogy ezek a vezérlőkártya 16 bemenete közül melyikre csatlakozzanak. Az analóg bemeneti kártyához – mivel négy analóg csatolót tartalmaz – négy mérő-átalakító csatlakoztatható. Ezek lehetnek pl. mérőtranszformátor, áramváltó, feszültségváltó, de bármi más eszköz is, amelynek kimeneti jeltartománya $\pm 5 V$. A kártya mérő-átalakítók csatlakoztatására szolgáló csatlakozóin +12 és -12 V tápfeszültség jelenik meg, az elektronikus mérő-átalakítók számára. A legtöbb feszültség és áramváltó ilyen tápfeszültséget igényel. A kártya tartalmazza a mérő-átalakítóként használt áram vagy feszültségváltó lezáró mérő ellenállását is. Az alkalmazott mérő-átalakítóhoz a kívánt bemeneti áramköri kapcsolást átkötésekkel lehet kiválasztani. A kártyán lévő analóg csatolók mindegyike mérőerősítőt tartalmaz. A mérőerősítő a bemeneti $\pm 5 V$ -os jeltartományt átalakítja a vezérlőkártya 0-3 V-os jeltartományává. Ezért egy szint eltolásra is szükség van, ehhez a vezérlőkártya szolgáltat -1,5 V-os referenciafeszültséget az analóg busz csatlakozón.

Programozás:

A felügyelet adatgyűjtő paramétereit programozhatóak. A programozást egy szervizprogram segítségével lehet elvégezni, ami PC-n működtethető, a számítógéphez csatlakoztatni kell egy RS232-optikai CAN buszátalakítót, és azt pedig csatlakoztatni kell az adatgyűjtőhöz.

Az alábbi paraméterek programozhatók:

- Analóg mérőbemenetek száma
Felhasznált analóg csatornák darabszáma: 0-16.
- Teljesítménymérések száma
Ha az analóg bemeneti kártyánál a felhasznált négy bemenetből az első kettőt árammérésre, a második kettőt feszültségmérésre használjuk, akkor az adatgyűjtő a feszültség és áramértékekből páronként hatásos teljesítményt számol. A kívánt teljesítménymérések darabszámát lehet itt megadni: 0-8.
- Digitális bemenetek száma
Az adatgyűjtőben használt digitális bemenetek darabszámát lehet megadni: 0-124 db. A digitális bemeneti kártyák darabonként 32 bemenettel rendelkeznek. Ebből az utolsó bemenet „tesztbemenet” ez mindig zárt kell, hogy legyen. Amennyiben ez nyitott, akkor az adatgyűjtő programja bemeneti kártya hibajelzést ad. Ugyancsak hibajelzés történik, ha olyan bemenet darabszámot adunk meg, amihez tartozó bemeneti kártya nincs elhelyezve az adatgyűjtőben, vagy annak címzés beállítása nem megfelelő.
- Digitális kimenetek száma
Az adatgyűjtőben használt digitális kimenetek (relé) darabszámát lehet megadni.
- Analóg érték küldés gyakoriság (ms)
Az adatgyűjtő ciklikusan küldi az analóg mérések eredményét, a beállított darabszámú mérést egymás után sorrendben. Ennek időbeni gyakoriságát lehet beállítani.

- Digitális bemenet állapot küldés gyakoriság (ms)
Az adatgyűjtő ciklikusan küldi a digitális mérések eredményét, vagyis a beállított darabszámú kontaktus állapotát egymás utáni sorrendben. Ennek időbeni gyakoriságát lehet beállítani.
- Effektív érték mérés mintaszáma (db)
Az adatgyűjtő az analóg méréseket valódi effektív értéként számítja ki. Itt lehet megadni, hogy egy mérésnél hány mintát (pillanatérték eredményt) használjon fel a program.
- Effektív érték mérés mintavételi időköz (µs)
Itt lehet megadni, hogy az effektívérték-számítás során felhasznált pillanatérték-mérések időbeni gyakorisága mennyi legyen. Az előző paraméter szorzatával kiszámítható az effektívérték mérés periódusideje. Ezt az értéket úgy válasszuk meg, hogy egyezzen, vagy egész számú többszöröse legyen a mért jel periódusidejének.
Szintén programozható az analóg mérésekhez tartozó szorzó és nullpont értéke.

FELÉPÍTÉSŐL SZÁRMAZÓ ELŐNYÖK

A felügyeleti berendezés moduláris felépítésű, ahol a modulok maguk is modulárisak és bővíthetők, a modulok közötti kommunikációt is beleértve. A modulok minden főbb működési paramétere és a központi számítógép egység szoftveresen programozható. Ily módon ugyanaz a felügyeleti berendezés alkalmas teljesen eltérő elvárásokkal rendelkező áramellátó rendszerek kezelésére. A cikkben bemutatott felügyeleti berendezés a Magyar Államvasutak (MÁV), valamint a Budapesti Közlekedési Vállalat (BKV) egyes állomásain, telephelyein található áramellátó rendszerek felügyeletéért teljesít szolgálatot.

Szakmai lektor: Molnár Károly Fejlesztési igazgató, Powerquattro Zrt.

Moduläre Überwachungsanlage für Stromversorgungssystem

Der Artikel zeigt eine Einrichtung vor, welche für Überwachung der Stromversorgungssysteme verwendbar ist. Die Eigenartigkeit der vorgezeigten Einrichtung ist der Modularaufbau, welche eine Verwendung für Systemüberwachung mit fast beliebiger Größe und Kompliziertheit ermöglicht. Die Formgebung oder aber die Adaptation für Stromversorgungssystem erfordert keine Programmierungstätigkeit.

Modular supervisor equipment for power supply system

The article shows an applicable equipment for supervision of current supply system. The feature of the presented equipment is the modular structure which facilitates the application for supervision a quasi arbitrary sized and complex system of the presented equipment. The building-up namely for adaptation of current supply system at the same time it does not require programming procedure.