

Korszerű terepi busz alkalmazása nagy teljesítmőképességű elosztott vezérlésű rendszerek megvalósításához

Alex Rothwell - Control Techniques

Jól ismertek azok az előnyök, amelyek abból származnak, hogy a terepi busz alkalmazása csökkenti a csatlakozások számát és az adatokat a digitális tartományban tartja. A terepi busz flexibilitása ugyanakkor lehetőséget teremt arra, hogy a termelési adatok folyamatosan és kellő időben álljanak rendelkezésre egy rugalmasan működő, korszerű gyártó rendszerben.

Mint ahogy a terepi busz az automatizálási rendszerben fontos szerepet játszik, cikkünkben azt vizsgáljuk, hogy a kommunikációs rendszer és a kulcsfontosságú működési jellemzők - mint a determinisztikus viselkedés, szinkronizálás és a frissítések gyakorisága - milyen módon befolyásolják a hatékonyságot. A master-slave protokollokat a központosított vezérlési architektúrákhoz optimalizálják, míg az egyenrangú kapcsolatok protokolljai - mint például a vezérjeles gyűrű és az ütközésetektálás/feloldás - a korszerű, osztott rendszerű architektúrákhoz alkalmazhatóak.

Az alábbiakban egy jellemzően az osztott felépítésű vezérlőrendszerekhez használható terepi buszt ismertetünk. A rendszerhez a vezérjeles gyűrű adatkapcsolati rétegét választjuk és az összehangolt, osztott intelligenciához szükséges valós idejű szolgáltatásokat biztosító különleges protokollkészletet.

A rendszer vezérlési funkcióinak ellátására szolgáló szoftvert - amelynek szintén fontos szerepe van - úgy kell kialakítani, hogy valós időben szolgáltatson adatokat a szétszételt feladatok végrehajtásához.

Ismertetünk továbbá egy IEC1131-3-as programozási környezetet is, amely lehetővé teszi az elosztott softlogic alkalmazás létrehozását és végrehajtásának ellenőrzését a terepi buszon.

Bevezetés

A nagy működési sebességű korszerű terepi buszt már kiforrott megoldásként alkalmazzák az ipari automatizálás rendszereihez. A kényelmetlen kábelrengeteg digitális soros hálózattal való kiváltása a kábelezési munkák és a telepítési költségek radikális csökkenését eredményezi. A telepítési útmutatások (a csomópontok maximális száma, a fővonal hossza, megfelelő lezárások, stb.) betartása esetén a megbízhatóság már csupán a csatlakozások számának csökkenéséből adódóan is növekszik. Az adatok - a számos analóg építőelem és a hozzájuk tartozó átalakítók alkalmazása mellett - a digitális tartományban maradnak, ami fokozza a rendszer teljesítőképességét, ismételhetségi képességeit, továbbá kiküszöböli a drifthibákat. A terepi busz által nyújtott flexibilitás azt is lehetővé teszi, hogy az alkalmazások a végfelhasználók speciális

igényeihez igazodjanak, a kábelcsatlakozások számának növelése nélkül. A távoli csomópontok könnyen elérhetőek a távfelügyelet és az adatnaplózás feladatainak elvégzéséhez.

Az iparban számos terepi busz alkalmazására került sor az elmúlt 7-8 évben, és a berendezésgyártók, rendszerösszeállítók és végfelhasználók nyilván a 'legjobb' rendszert választották alkalmazásaikhoz. Minden bizonnyal kereskedelmi és politikai okokkal magyarázható, hogy a termékek szállítói a hálózatok sokaságát terjesztették el. Ebben fontos szerepük van a regionális szempontok érvényesülésének, vállalatpolitikai megfontolásoknak, az elkülönülő rendszerekre való törekvésnek és a 'nem itt találták ki' szindrómának. Vannak azonban műszaki okai is az alkalmazott hálózatok sokféleségének. Arról van ugyanis szó, hogy ezt a változatosságot sok esetben a dinamikus működési tulajdonságok és a flexibilitás közötti kompromisszumok eredményezik. A továbbiakban azokat az alkalmazási követelményeket tárgyaljuk, amelyek befolyásolják a hálózat kiválasztását.

Dinamikus viselkedés

A terepi buszt akár valós idejű szabályozáshoz, akár egyszerűen csak adatnaplózáshoz használják, az átbocsátóképességet hozzá kell igazítani az alkalmazás fizikai időállandóihoz. Ha a terepi busz az alapjeleket vagy a visszacsatolás értékeit átvivő szabályozóhurkot zárja, a frissítési gyakoriságot úgy kell megválasztani, hogy illeszkedjen a szabályozóhurokhoz, lehetőleg azzal szinkronban legyen. A szinkronizált működés maga után vonja a determinisztikus viselkedést, ami garantálja, hogy az adatátvitel egy meghatározott időablakon belül történik. Bizonyos hálózatoknál nagyobb mértékű a meghatározottság, minthogy szűkebb az időablak, illetve kisebb a dzsitter.

Vezérlési architektúra

A vezérlő szoftver elhelyezhető egy központi vezérlőben, vagy szétosztható az üzem területén működő érzékelőkhöz vagy működtető szervekhez. A vezérlés elhelyezése megszabja az adatok előfordulási körét és áramlását. Ha például a vezérlést központi vezérlő látja el, az adatok a vezérlő és a slave egységek között fognak áramlani, és nem a slave egységek között. Osztott rendszerű vezérlési architektúra esetén az adatok az egyes csomópontok között áramlanak, annak megfelelően, hogy az osztott feladat milyen adatok felhasználását igényli.

Terepi buszrendszerek

Az előbbieken ismertetett működési jellemzőket az alsó szintű protokollok, a közeghozzáférés-vezérlés módszere és az adatmodell határozzák meg. Az iparban alkalmazott valamennyi terepi busz ellátja az eszközök közösen használt közegre való csatlakoztatásának és a közegre sorosan jutó adatok multiplex kezelésének feladatát. Az adatmodellben kifejezésre jut, hogy milyen módon történik az üzenetek vagy adatok továbbítása és azonosítása a hálózaton. A közeghozzáférés

protokollja meghatározza, hogy a megbízható adatcsere biztosításához milyen módon valósuljon meg a közösen használt közeg elérése.

Adatmodell

- Forrás - rendeltetési hely

Az üzeneteket az egyedi csomóponti rendeltetési cím azonosítja. A legtöbb forrás/rendeltetési hely protokoll lehetőséget teremt az általános érvényű címzés használatára, amikor valamennyi csomópont veszi az üzenetet. Ekkor azonban nincs lehetőség arra, hogy a csomópontok kiválasztott csoportja vegye az üzenetet (amit 'multi-cast'- vagyis csoportcímezésnek neveznek).

- Termelő - fogyasztó

Egy csomópont által 'legyártott' üzenet azonosítása a tartalom alapján történik (adatazonosítás), és nem a csomóponti rendeltetési hely szerint. Bármely csomópont lehet az üzenet 'fogyasztója', ha jelzi, hogy szüksége van az adatra. Ez nyilvánvalóan nagyon eredményes módszer, és a rendelkezésre álló sávszélesség legjobb kihasználását biztosítja, azonban szükségessé teszi egy konfigurálási fázis beiktatását az adatazonosítások meghatározásakor. A CAN, FIP és a ControlNet jó eredményekkel működtethető termelő-fogyasztó modellként, bár csak a CAN biztosítja a maximális 2047 adatobjektumot.

A közeghozzáférés vezérlése

- Vivőhullám-érzékeléses többszörös hozzáférés/ütközésetektálás ((CSMA/CD)

A csomópont megvárja, amíg a busz szabaddá válik, majd továbbítja üzenetét. A továbbítás ideje alatt a csomópont érzékeli saját átviteli folyamatát, a más csomóponttal való esetleges ütközés meghatározása céljából. Ütközés detektálása esetén a versenyhelyzet feloldására, vagyis az arbitrációra többféle stratégia alkalmazható. Az Ethernet megállapítja, hogy a csomópont torlódást okoz a hálózaton, és ezt követően véletlenszerűen megválasztott időtartamra visszatartja az üzenetet, mielőtt újra próbálkozna. A hálózat leterhelésének növekedésével az ütközések valószínűsége is nő, és így a hálózat hatékony működtetése lehetetlenné válik. Ez a stochasztikus reagálási mód az automatizálási alkalmazások többségében nem használatos.

A CAN is CSMA rendszerű busz, de az ütközések 'feloldására' az üzenet prioritásán alapuló bitorientált arbitrációt használja. Ez az arbitráció - amely nem okoz sávszélesség-vesztést - magán a fizikai rétegen valósul meg a domináns bitmintás jelzésadás felhasználásával. A jelzésadásnak ez a módja korlátozza a bitsebességet, és 40 m-re csökkenti a fővonal hosszúságát 1 Mbit/s-os adatátviteli sebesség mellett, mivel a jel a vezeték mentén véges sebességgel terjed.

A CAN determinisztikus (előre meghatározott) forgalomirányítású busznak minősül a legmagasabb prioritású üzenet átviteléhez, ha az üzenet késleltetési ideje a legkedvezőtlenebb esetet jelentő 130 μ s (a legfeljebb 8 bájtos üzenethez szükséges idő, 1 Mbit/s-os átviteli sebességen). A teljesítőképesség tovább növelhető ha a késleltetés mérése hardveres 'átviteli időbélyeg' felhasználásával történik, majd a mért érték átkerül a slave eszközökhöz, így azok kompenzálni tudják a dzsittert.

- **A Vezérjeles gyűrű**

A csomópont csak akkor képes üzenetet továbbítani, ha egy vezérjel (token) birtokába jut. Mihelyt a csomópont elküldte az üzenetet, a vezérjelet tovább kell adnia szomszédjának. Ez az egyenlő esélyeket biztosító megoldás rendkívül flexibilis protokollt szolgáltat az egyenrangú kommunikáció számára, anélkül, hogy master, illetve döntéshozó csomópont felhasználását igényelné. Azonban egy csomópont számára a vezérjel vételéhez és az üzenet továbbításához szükséges időablak a legkedvezőtlenebb esetben - amikor egy vezérjeles átviteli folyamatban minden csomópont maximális hosszúságú üzenetet továbbít - meglehetősen széles. A vezérjeles gyűrűt alkalmazó ipari hálózatra a legjobb példa az ARCNET.

- **Master-slave**

Amint az elnevezésből is következik, az egyik csomópont a 'master' - ez általában az egyetlen csomópont, és egyúttal a rendszer központi logikai vezérlője. A master irányítja a teljes kommunikációs tevékenységet, az alárendelt 'slave' eszközök pedig csak a master felszólítására reagálnak. Ez a kapcsolat determinisztikus viselkedést eredményez, amiből azonban hiányzik az egyenrangú kommunikáció. A telepített terepi buszok többsége a központosított architektúrájú, master-slave protokollal PLC rendszeren alapul. Európában a legelterjedtebben az Interbus S és a Profibus-DP hálózatokat alkalmazzák, mindkettőben szilárdan tartja magát az elosztott PLC eszközöket felhasználó 'slave' architektúra, ami nem különösképpen meglepő, ha figyelembe vesszük, hogy ezeket a rendszereket mely cégek indívtányozták: az elosztott I/O-kat előállító Phoenix Contact és a PLC-eket gyártó Siemens.

- **Időosztásos multiplexelés**

Minden egyes csomóponthoz tartozik egy időrés a hálózaton, amelyben tranzakció kezdeményezhető egy társ csomóponttal. A WorldFIP rendszerben az időrészek a 'Bus Arbiter' (Busz irányító) csomópont felügyelete alatt állnak, amely tárolja az előállítandó adatobjektumok előre meghatározott listáját (a FIP egy termelő-fogyasztó típusú modell). A Bus Arbiter végigjárja ezt a listát, és közzé teszi az adatazonosítást hálózaton. Az a csomópont, amely a kijelölt adatobjektum előállítására van beállítva, felismeri az azonosítót és 'legyártja' a megfelelő értéket a hálózat számára, a többi csomópont pedig 'fogyasztóként' felhasználja ezt az adatot. Az adat előállításának ideje alatt a csomópont igényelhet időrest egy cikluson kívüli kiszolgáláskéréshez. A ciklikus átvitelek befejeződésével az irányítást végző csomópont végigjárja az összes rejtett nem ciklikus kiszolgáláskérést.

Ehhez hasonló közegehozzáférés-vezérlést a ControlNet alkalmaz.

Összefoglalás

A termelő-fogyasztó modell igen hatékonyan működik, ha egynél több csomópontnak van szüksége egy adatra. Mindamellett számos automatizálási alkalmazáshoz kielégítően használható az üzenetszórásos forrás-rendeltetési hely modell. A termelő-fogyasztó hálózatok is bonyolult beállítási műveleteket igényelnek az adatazonosítás elvégzéséhez, bár ez viszonylag könnyen megoldható, ha a termékforgalmazó biztosítja a szükséges programozási eszköztárat. A master-slave protokollok - amelyek alapvetően csak a központosított struktúrákat támogatják - bizonyos hálózatokban felhasználhatók a nem valós idejű adatokat igénylő lassúbb egyenrangú kapcsolatokhoz. Az irányító master nélküli CAN termelő-fogyasztó képességei vonzóvá teszik ezt a megoldást a kis méretű hálózatokban való alkalmazáshoz. A vezérjeles gyűrű a legflexibilisebb protokoll az egyenrangú kommunikációhoz, determinisztikus viselkedése azonban tökéletesen nem tartható kézben.

Vezérlési architektúrák

Az általános vezérlési architektúra két alaptípusa a központosított és az osztott rendszerű vezérlés

Központosított vezérlés

A vezérlőrendszerek hagyományosan egy központi PLC köré épülnek, amely hordozóvázba épített CPU kártyát, tápegységet és I/O áramköröket tartalmaz. Egy ilyen összeállítás lényegében leutánozza a relés logikai áramköröket, amelyek kiváltására eredetileg kialakították a PLC-ket. Ahogy tökéletesedett a digitális, soros hálózati technológia és növekedett a hálózatok teljesítőképessége, úgy vált lehetővé az I/O-k decentralizálása. Ebben az architektúrában az I/O pontok elhelyezhetők az érzékelők/végrehajtó szervek közelében, és a PLC a hálózaton keresztül

távolról 'szkenneli' az I/O pontokat. Az Interbus S egyike volt az első nyílt hálózatoknak, amelyet a decentralizált I/O pontoknak a PLC-hez való csatlakoztatására optimalizáltak.

A változó fordulatszámú hajtások könnyen illeszkednek a PLC + decentralizált I/O modellhez. A belső hajtásparáméterek, amelyek szabályozzák a fordulatszámot, nyomatékot, stb., a PLC regiszterterületén tükröződnek, és könnyen elérhetők a PLC programból.

A hajtástechnikai alkalmazások, amelyek az irányítástechnika legigényesebb eljárásai közé tartoznak, a legtöbb esetben digitális szabályozási algoritmusok alkalmazását igénylik az 1-től 5 ms-ig terjedő időtartamú mintavételezési tartományban. Ez a szabályozási sávszélesség a PLC-ben végzett számításokkal csak úgy valósítható meg, ha nagy sebességű PLC-s letapogatást és terepi buszt alkalmazunk. A terepi busznak periodikusan és determinisztikus módon kell frissítenie a szabályozási regisztereket (alapértékek, visszacsatolás, stb.).

Kézenfekvő, hogy a csomópontok számának növekedésével a PLC képességeinek és így az árának is növekednie kell, és ezzel együtt a szoftver is terjedelmes és nehezen karbantartható lesz. A kis rendszerek esetében viszont a terepi busz támogatására és egyszerűbb számítások elvégzésére alkalmas legkisebb kiépítésű PLC is megfizethetetlen lehet.

Vegyük figyelembe, hogy ha egy alkalmazásban több tengely rendkívül szorosan összehangolt működésére van szükség, - pl. egy többtengelyes, többdimenziós pályavezérlésű CNC szerszámgép esetében - a központi vezérlés az optimális architektúra.

Elosztott vezérlés

Egy másik megoldásként az osztott rendszerű architektúra alkalmazható, ahol a teljes rendszervezérlés szét van osztva az egyes csomópontok különálló programjaira. Intelligens készülékek helyileg megvalósíthatnak bizonyos szabályozóhurkokat a helyi visszacsatolás felhasználásával, ami a készülékekhez tartozóan rendelkezésre áll (pl. enkóder-bemenetként) a terepi busz terhelése nélkül. Ez a megoldás csökkenti a hálózat terhelését, minthogy a hálózatra ezután csak a lassabb külső hurok alapjeleinek átvitele hárul, és ezek a jelek kevésbé érzékenyek a rendszer meghatározott válaszeleiben bekövetkező változásokra. Az igen nagy teljesítőképességű rendszerekben - mint amilyen például a nagy sebességű nyomtatás - a determinisztikus viselkedés jelenti a kritikus tényezőt; a terepi busz gyakran kapja azt a feladatot, hogy szinkronizálja az elosztott vezérlőhurkokat. (egy másik megoldásként bizonyos alkalmazásokban az interpolációs technika használható). A változó fordulatszámú hajtás viszonylag kis ráfordítással ellátható helyi intelligenciával, mivel az erőforrások - mint például a táplálás és a készülékház - megosztottan rendelkezésre állnak. Összességében a rendszer méretezhetőbb lesz, mivel az intelligens csomópontok hozzáadásával könnyebben bővíthető, mintha a PLC-t cserélnénk ki egy nagyobb kiépítésű változatra. Az alkalmazások nagy részében kisebb hajtásrendszerek üzemelnek amelyek lehetnek extrúderek, dróthúzó, szőtt anyagokat feldolgozó kisebb gépsorok, csévézők, anyagmozgató géprendszerek, szállítópályák, elektronikus áttételek, stb. Ezekhez jellemzően

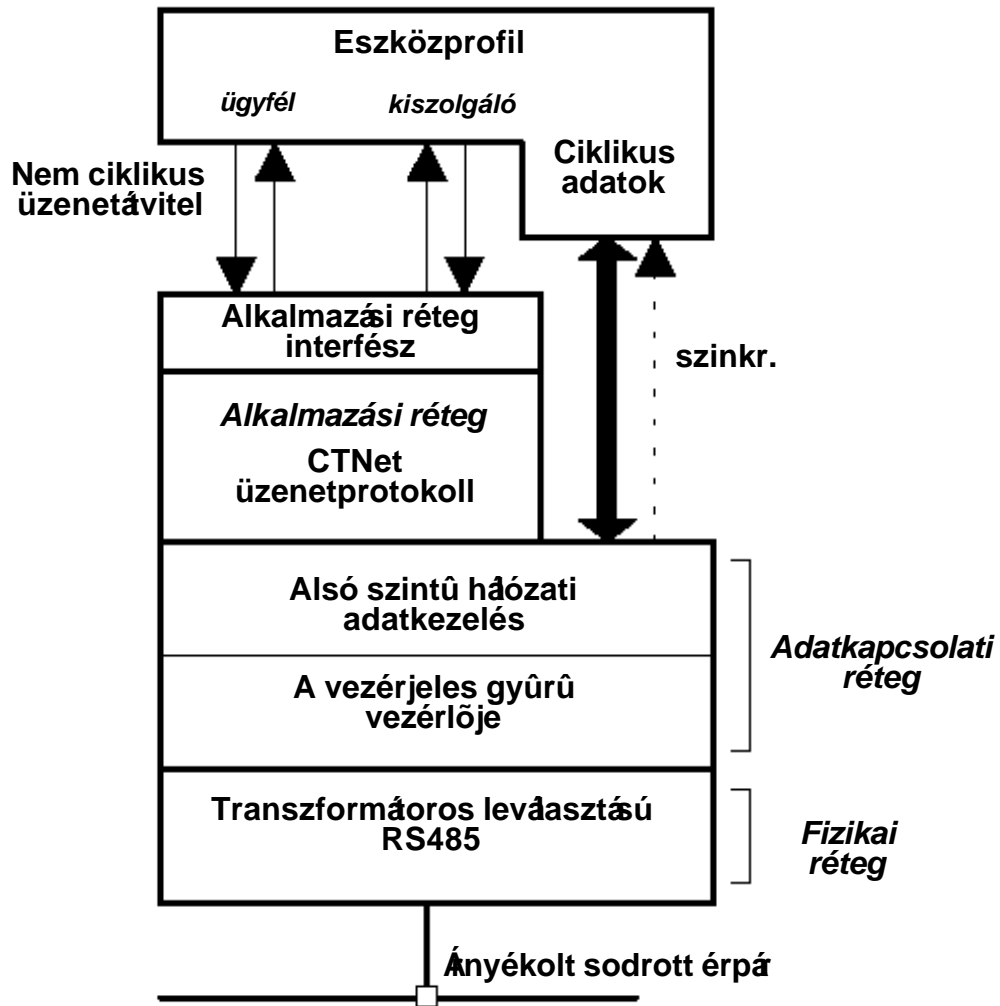
összehangolt működésű tengelyekre (számuk 2-től 30-ig terjedhet) és a PLC használatát kiküszöbölő, elosztott vezérlésre van szükség. Az így felépített rendszert különösen vonzóvá teszik azok az előnyök, amelyek a költségek csökkenésében és a flexibilitás növelésében jelentkeznek.

Unidrive + UD70 - az 'intelligens' hajtás

A Control Techniques az UD70 opciós modullal támogatja az elosztott vezérlés megvalósítását. Az UD70 a felhasználói programozás lehetőségét nyújtja, és beépítése esetén a felhasználó számára a költséghatékony 'PLC a hajtásban' megoldást biztosítja. Az UD70 tartalmaz egy alacsony árfekvésű, 32 bites RISC processzort és a letöltendő felhasználói programok tárolására szolgáló flash memóriát. A felhasználói programok maximális hatékonyságáról a programfordítás gondoskodik, ami lehetővé teszi a programozó számára lebegőpontos műveletek és nagy teljesítményekre képes digitális algoritmusok használatát. Rendelkezésre áll a funkcióblokkok terjedelmes könyvtára, amelyben PID, szűrők, számlálók, reteszelvek és magas szintű makró funkciók, mint a nyomásszabályozás, CAM, liftvezérlés, stb. található.

A CNet - terepi busz az elosztott vezérléshez

Egy olyan terepi buszra volt szükség, amely biztosítja a nagy dinamikájú alkalmazások (főleg a fordulatszám-szabályozás) által igényelt adatátbocsátó képességet az általában 100 m-nél hosszabb fővonalakon, és megvalósítja az egyenrangú kommunikációt. A létező terepi buszok közül nyilvánvalóan a CAN felel meg legjobban az elvárásoknak, azonban az átviteli sebesség/fővonalhossz kompromisszumot korlátozó tényezőnek tartják számos alkalmazásban. A fenti követelményeknek megfelelő hálózatként fejlesztették ki a bevált vezérjeles gyűrűhálózati technológiát alkalmazó CNet-et. Ellátták egy protokollkészlettel, amelynek kettős ciklikus adatcsatornája van a valós idejű vezérlőadatok hatékony szinkron átviteléhez. Ezen kívül az általános célú nem ciklikus csatorna biztosítja az esetleges, - vagy az események által kiváltott - műveletek végrehajtását, amelyek alkalmasak adatnaplózásra, diagnosztikára és beállítások elvégzésére (1. ábra).

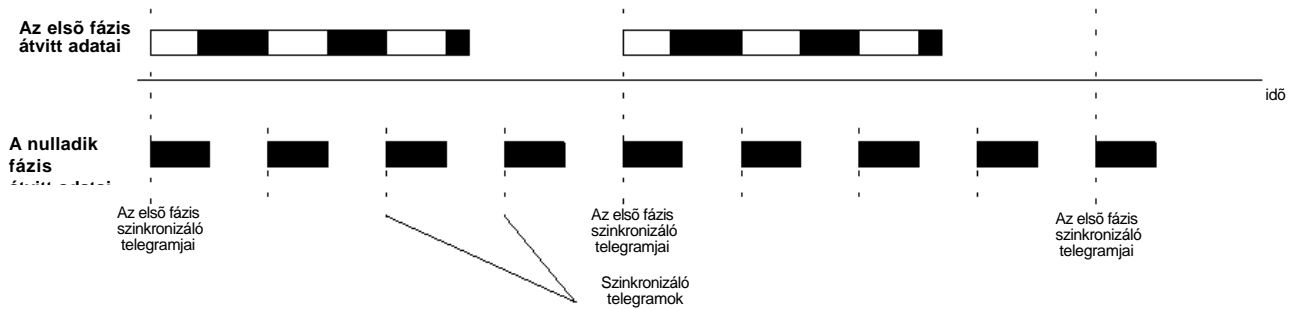


1. ábra CTNet modell

Ciklikus adatok

Elterjedten alkalmazott elv a gyors és megfelelő időben történő adatátvitelhez. A valós idejű adatok csupán kis részéhez (pl. fordulatszám, nyomaték, vezérlés, állapot) szükséges ezt az átviteli módot alkalmazni. A CTNet a ciklikus adatokhoz két különálló logikai csatornát biztosít, kétszintű prioritással. A ciklikus üzenetek előzetes konfigurálását, megerősítésük visszavonását és kezelését a CTNet eszközei automatikusan elvégzik.

A hálózat egyik csomópontja szabályos időközökben hálózati ütemező telegramot állít elő. Ez az általános érvényű ütemező, illetve szinkronizáló telegram indítja az előre konfigurált hálózati adatcseréket (megjegyezzük, hogy bizonyos eszközökben ez a szinkronizálás szolgál az eszközfolyamatok indítására). A szinkronizáló telegram el van látva fázisinformációval, ami lehetővé teszi, hogy a kevésbé sürgős adatok átvitelére ritkábban kerüljön sor.

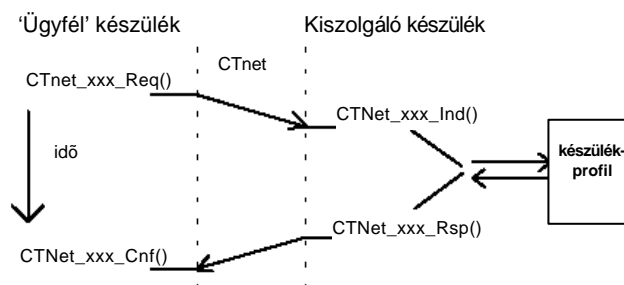


2. ábra Az általános érvényű szinkronizáló telegram és a ciklikus adatok

A CTNet jelenlegi változata két fázist támogat: a nulladik fázist teljes egészében a szinkronizáló telegramok töltik ki; az első fázis beprogramozható a nulladik fázis minden n-edik telegramjához. A részleteket a 2. ábrán láthatjuk.

Alkalmazási réteg

Az 'alkalmazási' réteg a készülék adatainak eléréséhez flexibilis szolgáltatásokat nyújtó magas szintű protokoll. Ez a nem időkritikus hozzáférés jellemzően a kezelői beavatkozás, készülék-beállítás (PID értékek, felfutási/lefutási idők, stb.), alkalmazói szoftverletöltés, általános diagnosztika és adatnaplózás céljára szolgál. Az alkalmazási réteg flexibilitása általában nagyon sok járulékos elem felhasználását teszi szükségessé, ami lassítja a műveletek végrehajtását, ezért a CTNet ciklikus adatai a maximális határfok elérése érdekében kikerülnek ezt a réteget. A CTNet az ügyfél-kiszolgáló modellt alkalmazza.



3. ábra Ügyfél-kiszolgáló modell

Fizikai réteg

A 'fizikai' réteg meghatározza az átviteli közeget és a közeghez alkalmazott digitális információ kódolásának módját. A kontaktorok, erősáramú kapcsolóeszközök és áramelosztók mind hozzájárulnak a hajtástechnikai alkalmazások környezetében fellépő magas elektromágneses

zajszinthez, amelyek hatásától meg kell védeni az adathálózatot. A CTNet egy jól méretezett transzformátoros leválasztású, csavart érpáros, árnyékolt kábeles interfészt alkalmaz a csomópontok összekapcsolásához. Az árnyékolt csavart érpárt többnyire előnyben részesítik gazdaságossági megfontolásokból és a könnyű telepítés miatt. A jelismétlők és hubok a hálózat bővítéséhez használhatók, és megkönnyítik a fénykábelek alkalmazását, ha hosszabb kábelvezetésre van szükség. A CTNet jellemzői közé tartozik az automatikus konfigurálás, ami nagy mértékben leegyszerűsíti a hálózat felépítését; a csomóponti címek és az átviteli sebesség beállítása után a hálózat készen áll a használatba vételre.

Működési tulajdonságok

- Ciklikus adatok

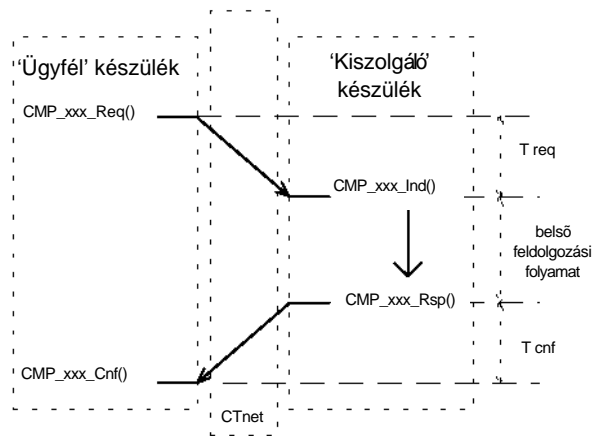
A ciklikus adatüzenetek - amelyek továbbítása kezdeményezés nélkül történik - tartalmazhatnak akár 20 egymással érintkező 32 bites regisztert (80 bájt). Az időadatokat az alábbi táblázatban soroljuk fel:

Átviteli művelet	Idő (5 Mbit/s-on)
Üzenetszórási ciklus	$67 \mu\text{s} + 8,8 \mu\text{s} \times$ blokkméret
Egyenrangú ciklus	$93 \mu\text{s} + 8,8 \mu\text{s} \times$ blokkméret
Szinkronizáló telegram	$60 \mu\text{s}$

A blokkméret a blokkban lévő 32 bites regiszterek száma. Az időadatok egy maximum 200 m hosszúságú fővonalat feltételeznek.

- Nem ciklikus üzenetek

A 4. ábrán látható vázlaton mutatjuk be az ügyfél-kiszolgáló üzenetküldés folyamatát



4. ábra Az ügyfél-kiszolgáló üzenetküldés analízise

Az 5 Mbit/s-os átviteli sebesség mellett $T_{req} + T_{cnf} = 190 \mu s$. A belső feldolgozáshoz szükséges idő a készülékektől függően változik, de az üzenetek jellemzően alacsony prioritásúak, és a feldolgozásra 8 ms-os ütemezésben kerül sor.

- Egy példa a hálózatra

A CTNet 5 Mbit/s-on üzemel 30 hajtással, amelyek soros elrendezésben működnek. Az alapjelek és a vezérlőszó (teljes terjedelemben 4 x 32 bites regiszterek) a hajtások között vannak szétosztva a hálózaton, amely ciklikus adatátviteli műveleteket hajt végre.

Teljes idő = szinkronizáló telegram + 30 x ciklikus üzenet (4 regiszter) = $60 \mu s + 30 \times 128,2 \mu s$
 = 3,9 ms

Ha 80 %-ban ciklikus adatok terhelik a hálózatot, a maradék 20 % jut a nem ciklikus üzenetek átvitelére. Következésképpen ebben a példában a ciklusidő 5 ms-ra állítható be.

- Determinisztikus reagálás

A vezérlő állandóan körbe forog, és a szinkronizálást generáló csomópontnak várnia kell a vezérlőre, ugyanúgy, mint a többi csomópontnak. Ha a hálózat 'csendes', a legkedvezőtlenebb eset dzsittere $N \times$ a vezérlő-továbbítás ideje, ahol az N a hálózatba kapcsolt csomópontok száma. Az 5 Mbit/s-os átviteli sebesség mellett a vezérlő-továbbítás ideje $16 \mu s$, így a példában szereplő hálózat dzsittere a legkedvezőtlenebb esetben 0,48 ms.

Rendszerszoftver

A rendszer kialakításra fordított mérnöki munka legnagyobb része az egész automatizálási megoldás kulcsfontosságú részét képező vezérlő szoftverben testesül meg.

Programnyelv

Az ipari automatizálás uralkodó programozási nyelve változatlanul a létralogika, ezt az üzemi karbantartók és mérnökök többsége jól érti és járatos az alkalmazásában. A PLC gyártók többnyire egymástól eltérően értelmezik a létraprogramozást, és persze teljesen különbözőek a programfejlesztéshez és a hibakereséshez felhasznált eszközeik. Újabban azonban a vezérlés nyílt programozására való átmenet törekvése érvényesül, amelynek legfőbb képviselői a PLCOpen és az IEC1131-3-as szabvány. Ez a világszerte egyre szélesebb körben elfogadott IEC dokumentum szabványosított vezérlésprogramozási módszerek leírását tartalmazza, amelyek a következő öt programozási metodika alkalmazására épülnek: utasításkészlet (hasonló a PLC mnemonikához), strukturált szöveg (hasonló a PASCAL-hoz), létra, funkcióblokk és szekvenciális működési vázlat (a Grafcet-hez hasonló állapotdiagram).

Az elosztott softlogic

Az IEC1131-2 lendítő ereje, továbbá a mindenütt megtalálható PC hardver platform - amelynek ár/teljesítőképesség aránya tovább javul - és a valós idejű kiegészítésekkel ellátott Windows NT igazi operációs rendszerként való elfogadása azt eredményezi, hogy a 'Softlogic' ma már egy elfogadottan használt szakkifejezés. A szakcikk többsége úgy értékeli, hogy a PC + softlogic a PLC-k és a CNC gépek versenytársa, holott a softlogic jól felhasználható a beágyazott vezérlőkhöz is. Az UD70 opciós modul programozása előtt szabad az út, és az alábbiakban ismertetjük a programozási eszköztár legújabb generációját, amely támogatja az IEC1131-3 alapú softlogic programozást az UD70-en. A CTNet és az elosztott vezérlés bevezetése az 'elosztott softlogic' megjelenését eredményezi. Ennek előmozdítására az UD70 rendelkezik a CTNet-hez dedikált két regiszterkészlettel, amelyek mindegyike 100 regiszterből (mindegyik 32 bites) áll. A ciklikus adatkonfigurációval működő CTNet transzparensen továbbítja a regiszterértékeket a 'küldés' regiszterkészletétől a távoli csomópont 'vétel' regiszterkészletéig. Ez a 'megosztott változós' modell lehetővé teszi a programozó számára, hogy munkájában a logikai és vezérlő algoritmusokra összpontosítson, és ne a hálózati adatcsere problémái kössék le figyelmét.

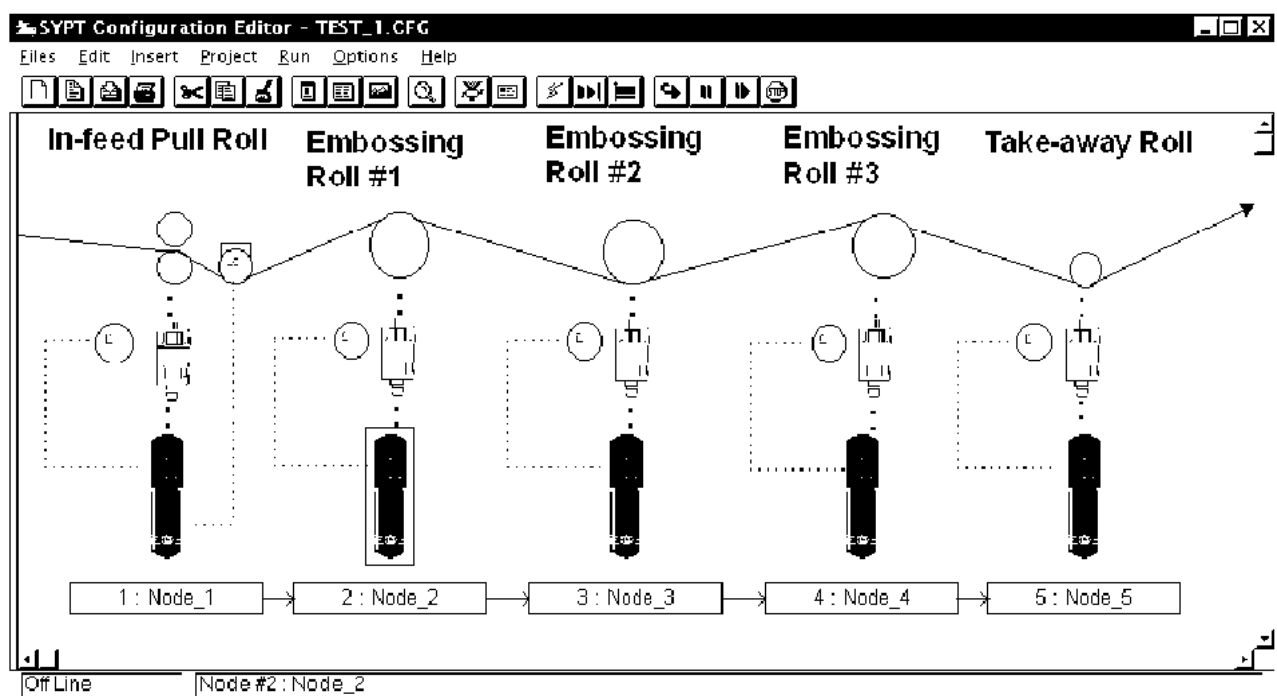
Programozási segédeszközök

A Control Techniques a teljes CTNet megoldás fontos részeként bocsátja a felhasználók rendelkezésre a SYPT elnevezésű új, korszerű programozási és konfigurálási eszköztárat amelynek jellemző képessége az IEC11313 alapú létra- és funkcióblokkos programozás. Ez az eszköztár egy Microsoft Windows alkalmazás, amely grafikus szerkesztőket biztosít a létra- és

funkcióblokkos programok beviteléhez. A SYPT lefelé kompatibilis a Control Techniques valós idejű, DPL (Drive Programming Language) néven ismert BASIC programnyelvével.

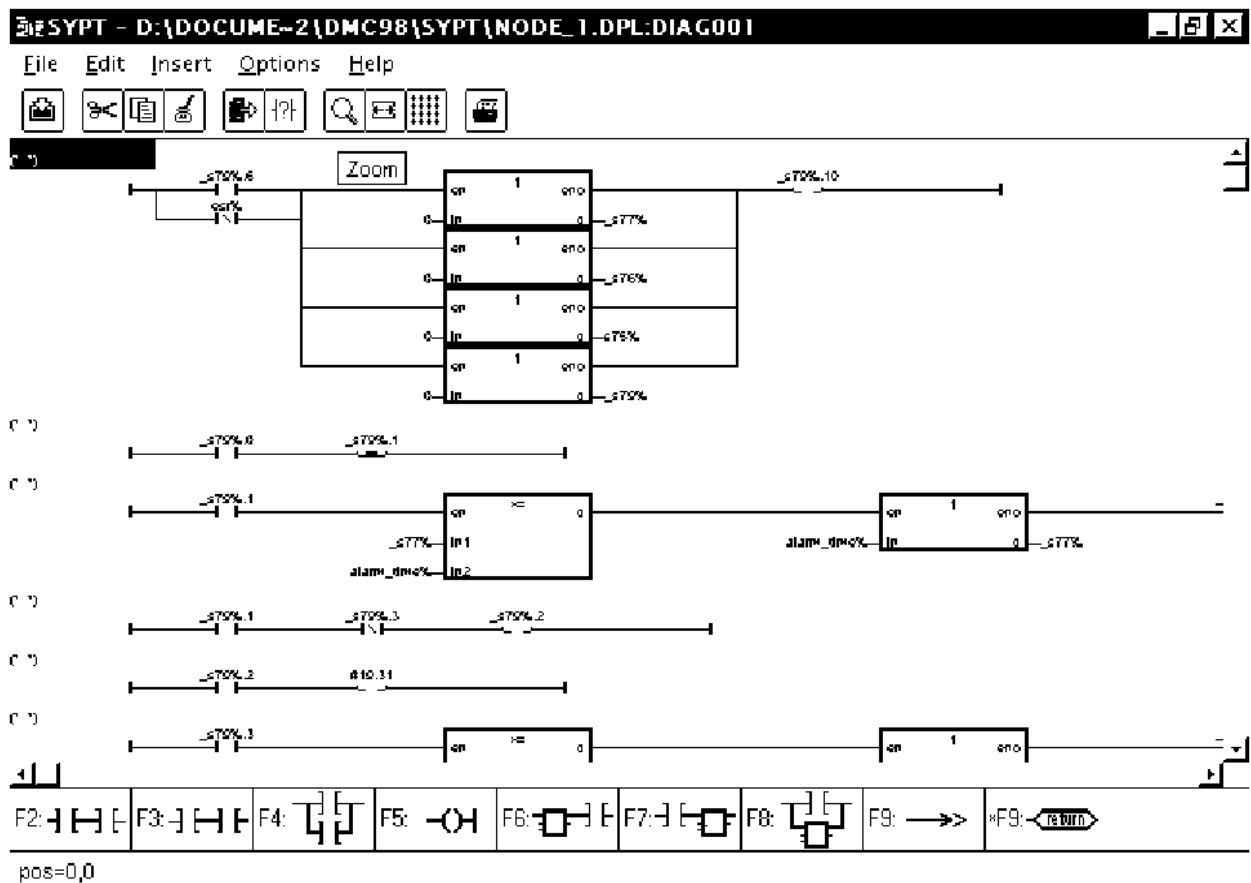
A SYPT közvetlenül csatlakozik a CTNet-hez a rendszer kialakításának és üzembe helyezésének ideje alatt. Ezt követően a felhasználó beprogramozhatja a hálózaton működő intelligens készülékeket és ellenőrizheti azok működését, továbbá létrehozhatja a hajtások közötti kapcsolat ciklikus adatait, amelyek szükségesek a géprendszer valós idejű működtetéséhez.

A legmagasabb színvonalat képviselő alkalmazói munkaterület tartalmazza a hálózat grafikusan megjelenített csomópontjait és a kommunikációs ciklus vonalas ábrázolását, ahol a vonalak a csomópontokat kötik össze. Az 'elhúzó-letesz' módszert alkalmazó grafikus szerkesztővel a felhasználó könnyen kialakíthatja az osztott rendszerű alkalmazást (lásd az alábbi grafikus felületet).



Funkcióblokkok

Az IEC1131-3 paradigma magában foglalja az objektumorientált programozási eljárás bizonyos sajátosságait, különösen a szoftver modulos felépítésének vonatkozásában. Az IEC1131-3-ban és a SYPT-ben ezt elsősorban a felhasználó által definiált funkcióblokkok segítik elő, amelyek biztosítják a szoftver modulos felépítéséhez és a programok ismételt felhasználása szempontjából fontos modulkönyvtár kezeléséhez szükséges szerkesztési megoldásokat. A standard funkcióblokkok széles körét átfogó könyvtárban található blokkok a PID, szűrők, számlálók, ütemezők, reteszelvek működtetéséhez és az olyan magasabb szintű funkciókhoz, mint a feszességszabályozás, CAM, liftvezérlés, stb. A felhasználó is kialakíthat funkcióblokkokat, amelyek azután bárhol alkalmazhatók a programban. A felhasználó által definiált funkcióblokkokat meg lehet írni a létralogikára, funkcióblokkra és a DPL-re támaszkodó programozás együttes használatával. Az alábbi képernyős megjelenítés a létraszerkesztőt mutatja be.



Összekapcsolhatóság

A CNet-re csatlakoztatott intelligens hajtásokkal ellátott gyártó részleg nagy teljesítőképességet és megismételhető eredményeket fog szolgáltatni. Egy korszerű, gyors reagálású gyártó rendszer működtetéséhez a végfelhasználónak folyamatosan és kellő időben meg kell kapnia a termelési adatokat, a gyártási folyamat megfelelő irányításához. A gyártó részlegek szintjén a legtöbb

esetben SCADA és MMI állomásokat helyeznek el. A Control Techniques képes ellátni vevőit a CTNet-en vagy az RS485-ön keresztül történő csatlakozáshoz szükséges MMI-k különböző változataival.

Az Intellution - egy másik Emerson vállalat - gyártja a FIX™ márkanevű terméket, amelyet sokan a legkiválóbb SCADA rendszerek egyikének tartanak. Az Intellution és a Control Techniques közötti szoros együttműködésnek köszönhető egy CTNet meghajtó létrehozása is. Windows-alapú DDE meghajtó szintén rendelkezésre áll, bármely DDE konform Windows programhoz való csatlakozáshoz.

Várható egy gyári méretű hálózati összeköttetés kiépítésére alkalmas termék megjelenése, továbbá leltárkészítő és más gyári rendszerek kibocsátása, amelyekkel megvalósítható egy nagyvállalati, kiterjedt kapcsolatrendszer belső hálózata. A Control Techniques már rendelkezik Profibus, Interbus, Modbus, Modbus-Plus és DeviceNet termékekkel, és átjárók is létrehozhatók ezekhez a rendszerekhez.

Kihelyezett I/O

Bár a legtöbb változó fordulatszámú hajtás szolgáltat valamennyi helyi I/O-t, gyakran van szükség I/O kiterjesztésre. A Beckhoff cég végponti busztermékeit - amelyek számos különféle terepi buszrendszerhez csatlakoztathatók - világszerte a legkiválóbb kihelyezett I/O megoldások között tartják számon. A Control Techniques és a Beckhoff közötti szoros együttműködés eredményeként kidolgoztak egy CTNet buszcsatolót a végponti busztermékek szabványos sorozatához. A CTNet buszcsatoló közvetlenül csatlakoztatható a CTNet-hez és lebonyolítja a ciklikus és nem ciklikus adatok felhasználásával történő kommunikációt. A csatoló megjelenik a SYPT hálózatkonfigurálási képernyő-mezőjében és hasonló módon rendelkezhetünk vele, mint bármely más CTNet kompatibilis eszközzel.

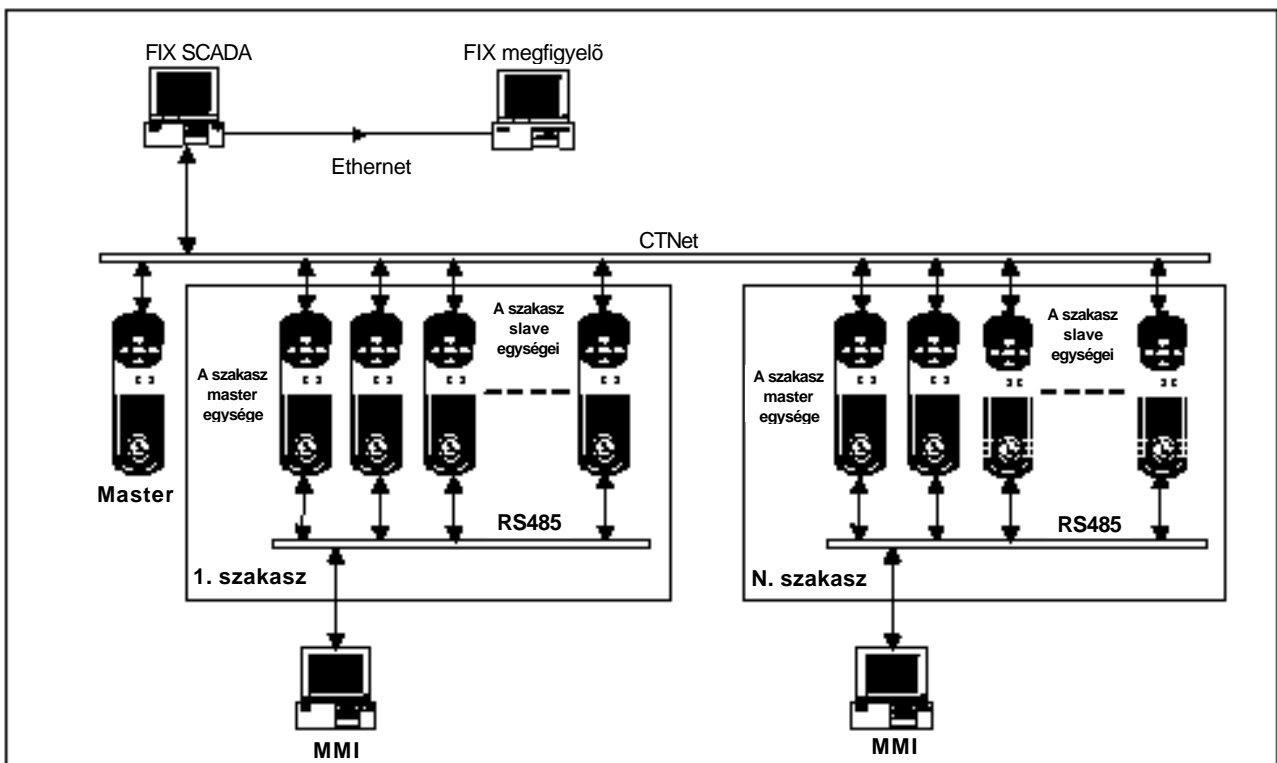
Alkalmazási példa

Ebben a fejezetben azt tárgyaljuk, hogy a CTNet és az elosztott vezérlés hogyan használható fel egy terjedelmes, szakaszolt felépítésű, 60-nál több változó fordulatszámú hajtást tartalmazó papíripari gépsor működtetéséhez. A gépsor minden egyes szakasza tartalmaz bizonyos számú hajtott hengert. A szakaszokban a fordulatszámoknak tartania kell a szomszédos szakaszra vonatkoztatott 'feszítési' arányt a papírminőség megőrzéséhez.

A fordulatszám-alapjelek teljes rendszerének működőképesnek kell maradnia bármelyik szakasz kiesése esetén, ezért biztosítani kell az egyes szakaszok hajtásvezérlésének tökéletes függetlenségét. Ennek eléréséhez egy kijelölt Unidrive + UD70 gondoskodik a master fordulatszám-alapjelről és a feszítés biztosításához szükséges feldolgozó szoftverről. A szakaszokhoz kiszámított fordulatszám-alapértékek a CTNet-en keresztül valós időben eljutnak mindegyik szakasz masteréhez.

A master UD70 a fordulatszám-beállítási utasításokat a SCADA rendszertől vagy a gépsor minőségellenőrző rendszerétől kapja, és ennek hatására beállítja a megfelelő fordulatszám-alapjelet minden egyes szakaszhoz. Az egyes szakaszok feszítésbeállítása - amelynek bevitele az érintőképernyőkön keresztül történik - a szakaszokhoz tartozó hajtásokon keresztül visszakerül a masterhez, majd a szakasz-fordulatszámokban mutató változások visszajutnak az érintett szakaszokhoz. A fordulatszámot befolyásoló összes tranzakciót a lineáris sebességre kell vonatkoztatni, minthogy a hajtásoknak különböző áttételarányaik és egymástól eltérő hengerátmérőik vannak.

A teljes papíripari géprendszer elrendezési vázlatát az 5. ábrán látható.



5. ábra

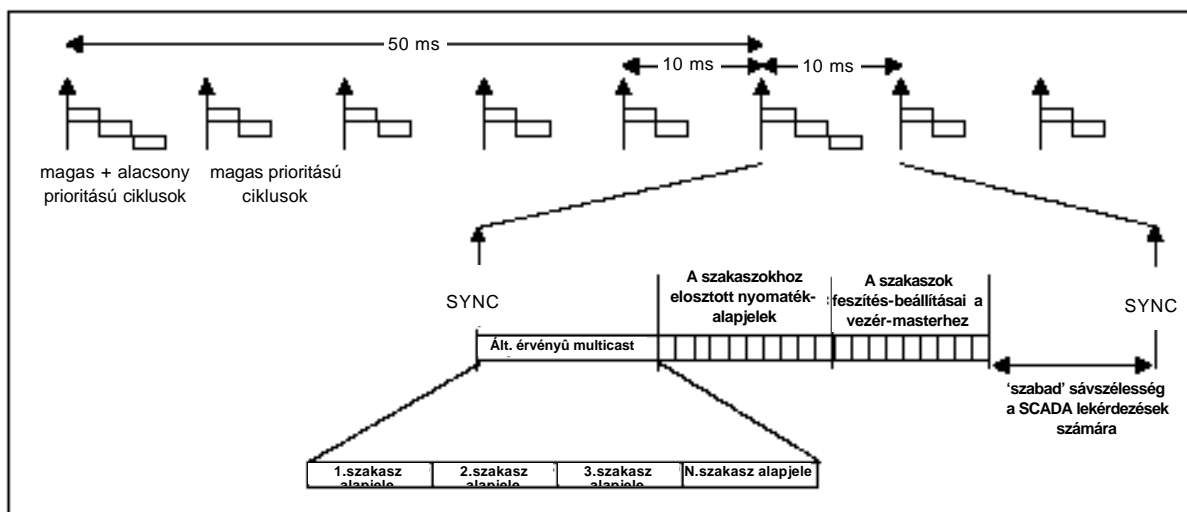
Mindegyik szakasz fordulatszám-alapjelét olyan gyakorisággal kell frissíteni, ami lehetővé teszi, hogy a vezérlőhurkok megfelelően reagáljanak a gépsoron jelentkező bármely zavaró jelenségre, legyenek azok a feldolgozás alatt álló anyagban mutató gyors változások, kezelői beavatkozás, stb. A ciklikus adatok frissítésére 10 ms-os időközökben kerül sor, és az UD70-es programok mintavételezési ideje is 10 ms.

Az egyes szakaszokhoz a master fordulatszám/feszítés processzora által kiszámított fordulatszám-alapjel értékek egyetlen több címre szóló általános érvényű üzenetként kerülnek továbbításra, és a szakaszok 10 ms-os időközökben egyidejűleg veszik ezt az üzenetet. Az üzenet tartalmazhat akár húsz 32 bites szakasz-fordulatszám alapjelértéket - minden egyes szakasz master készülékéhez egy alapjelet.

Az egyes szakaszokon belüli slave hajtások nyomatékszabályozóként működnek, a szakasz master készüléke által előállított és a CTNet-en keresztül továbbított alapjellel.

Minden szakaszhoz tartozik egy érintőképernyős MMI, amely a szakaszon belüli hajtásokhoz az ASCII jelátviteli protokollt használó szabványos RS485-ön keresztül csatlakozik. Az egyes szakaszokhoz tartozó feszítés külön-külön módosítható a helyi MMI-k felhasználásával, amelyeknek közvetlen hatásuk van szakaszuk fordulatszámára. A működési módtól függően szükségessé válhat, hogy ezek a fordulatszám-változtatások kaszkádba kapcsolva jelenjenek meg a géprendszeren. Ennek elősegítésére a szakaszok master készülékei szakaszuk feszítés-beállításait továbbítják a vezér-masterhez, és így az összes fordulatszám-alapjel módosítható.

A teljes kommunikációs forgalmazás ütemezésének és prioritásainak meghatározása a CTNet a magas és alacsony prioritású ciklikus adatcsatornáinak felhasználásával történik. Az ütemezés a 6. ábrán látható.



6. ábra

A vezér-master állítja elő a SYNC telegramot, amely a hálózat összes átviteli műveletének összehangolására szolgál. A szakaszfordulatszám-alapjelek fő telegramja és a szakaszok slave nyomaték-alapjelei képezik a magas prioritású ciklikus adatokat, amelyek átvitele minden SYNC időtartamban (10 ms) megtörténik. A szakaszok feszítés-beállításai és az állapotinformáció az alacsony prioritású átvitel kategóriájába tartozik, így ezek továbbítására csak minden ötödik SYNC időtartamban kerül sor. A rendszer kialakításának megfelelően a ciklikus adatforgalom 70 %-os hálózati leterhelést eredményez, így a maradék 'szabad' hálózati kapacitás jut a FIX SCADA rendszer és a hajtások közötti kommunikáció lebonyolítására.

Összefoglalás

A master-slave protokollokat működtető központosított vezérlési stratégiák - mint például a Profibus-DP - továbbra is uralkodó szerepet játszanak az automatizálásban. A Control Techniques elkötelezetten támogatja a fontosabb terepi buszrendszereket, így termékválasztékában szerepelnek a Profibus-DP, Interbus S, Modbus-Plus és DeviceNet interfészek.

Az osztott rendszerű vezérlés igen hatékony alternatívát nyújtó megoldás, amely költséghatékony és méretezhető rendszert biztosít, és így még előnyösebbé teszi a kis ráfordítással megvalósítható beágyazott CPU technológia alkalmazását. A CTNet kimondottan az intelligens hajtások és perifériák szerves egységbe foglalására szolgáló rendszer, amely garantálja a hálózatba kapcsolt eszközök zavartalan együttműködését. A Control Techniques számos külső partner bevonásával gondoskodik az I/O, MMI és SCADA megoldásokról. A Control Techniques egyik célja az, hogy az IEC1131-3 osztott rendszerű, beágyazott soft logic programrendszert felhasználó alkalmazási logikával és algoritmusokkal kiváltsa a PLC-ket. Ennek megkönnyítésére vevőit ellátja felhasználóbarát fejlesztői eszköztárral, melynek részét képezik a szoftver ismételt alkalmazását és karbantartását elősegítő felhasználói funkcióblokkok. A CTNet működésének alapvető eszköze a nagy igénybevételhez kialakított 5 Mbit/s-os vezérjeles gyűrűhálózat.