

# Ipari folyamatirányító rendszerek – 1.

## Folyamatirányító rendszerek és ipari folyamatok jelkapcsolata – 1.

Dr. Csubák Tibor, Megyeri József, Barta Gergely – Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Az ipari folyamatirányító rendszerek az irányítandó folyamathoz a folyamatműszerezésen keresztül csatlakoznak. Az irányító rendszer megfelelő működésének feltétele, hogy a folyamat állapotáról aktuális és zavarjelmentes információ álljon rendelkezésre, és a folyamatot befolyásoló beavatkozó jelek is torzításmentesen jussanak el a beavatkozást végző végrehajtó szervekhez. A rendszer megfelelő kialakításához és a felhasznált komponensek kiválasztásához speciális tervezési szempontokat kell figyelembe venni. Cikksorozatunkban a jelkapcsolatok kialakításának általános kérdéseivel, a zavarjelek csökkentésének elméleti és gyakorlati módszereivel, valamint a be- és kimeneti modulok tervezésével foglalkozunk.

A folyamat mindenkori állapotára jellemző információkat az érzékelők, távadók szolgáltatják, a folyamatba történő beavatkozást a vezérlő- és beavatkozó szervek teszik lehetővé. A továbbiakban az érzékelőket, távadókat, beavatkozókat folyamatberendezéseknek nevezzük. A folyamatirányítási gyakorlatban a folyamatirányítóba belépő – az érzékelők, távadók által szolgáltatott – folyamatjellet bemeneti jelnek, a folyamatirányítóból kilépő jelet pedig kimeneti jelnek nevezik. Mind a bemeneti, mind a kimeneti jelek kétfélek lehetnek:

- Analóg jelek (adott értéktartományon belüli információtartalma végtelen) és
- Digitális jelek (egymástól elkülönített értéktartományaihoz rendelünk információt).

### Jeltípusok

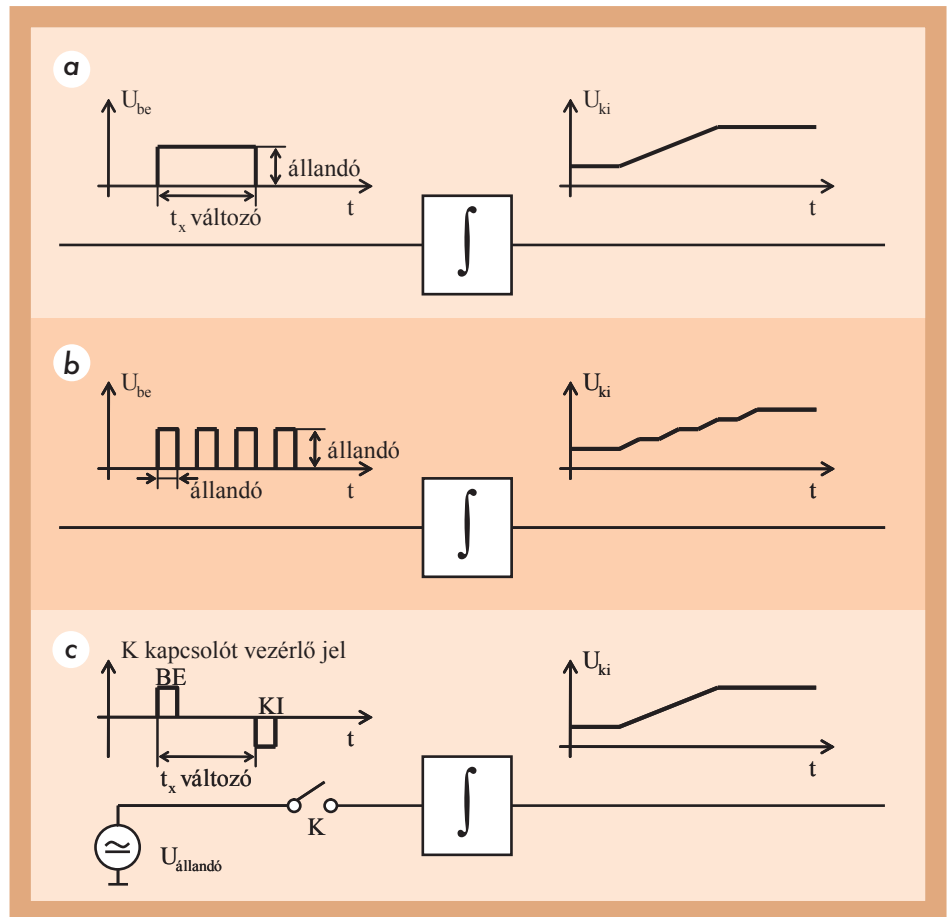
#### Az analóg bemeneti jelek típusai

- Egyenáram (pl. egy távadó kimenete): 0...5 mA, 0...20 mA, 4...20 mA, 10...50 mA,
- Egyenfeszültség (pl. a hőelem vagy a nyúlásmérő híd kimenőjele, de lehet nagyszintű – 1 V feletti – is),
- Ellenállás (pl. hőmérsékletfüggő ellenállás, csúszó-potenciométer ellenállása),
- Frekvencia (pl. turbinás áramlásmérő, sűrűségmérő 10 Hz...100 kHz frekvenciatartományú kimenőjele).

#### Analóg kimeneti jelek típusai

Az analóg kimeneti jelek a folyamat analóg működtetésű berendezéseit, beavatkozó szerveit vezérlik. Kialakításukat tekintve alapvetően kétfélek lehetnek:

- Valóságos analóg kimenőjel (0...5 V, 0...10 V egyenfeszültség, 0...20 mA, 4...20 mA egyenáram vagy 10 Hz...4 kHz frekvencia),
- Digitális kimeneti jellel előállított analóg jel (1. ábra).



1. ábra Analóg kimeneti jel előállítása digitális jellel

A digitális kimeneti jelekkel csak olyan analóg működésű berendezések vezérelhetők, amelyeknek a bemenetén integrátor áramkör van, vagy amelyek önmagukban integráló típusúak. Az 1. ábra a digitális kimeneti jellel előállított analóg kimenőjel megvalósítási lehetőségeit mutatja. A vezérlés történhet változó szélességű impulzussal (a), adott szélességű impulzusok sorozatával (b) – ahol a vezérlőjel nagyságát az impulzusok darabszáma adja meg –, továbbá „BE”, ill. „KI” jellel (c) – amikor a digitális kimeneti jel állandó értékű feszültséget kapcsol  $t_x$  ideig az integrátor bemenetére. (a  $t_x$  időt a működés során a szabályozó programja határozza meg).

### Digitális bemeneti jelek típusai

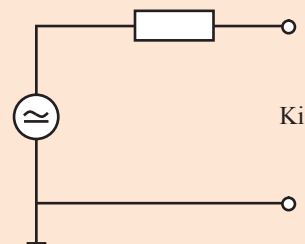
- Időbeli lefutás alapján:
  - Állapotjel (a jel értékváltozása a folyamatirányító ciklusidejéhez képest lassú),
  - Impulzusjel (a jel értékváltozása a folyamatirányító ciklusidejéhez képest gyors. A jelet a számítógép bemenetén tárolni kell).
- A jel megjelenési formája szerint:
  - Feszültség szint jel (ha a folyamatberendezés diszkrét állapotaihoz feszültség szinteket rendelünk),
  - Kontaktusjel (ha a folyamatberendezés állapotaihoz érzékelők nyitását, ill. zárását rendeljük).
- A jel értelmezése szempontjából:
  - Független bitek (ha a bemeneti port bitjeihez független folyamatberendezések állapotait rendeljük),
  - Összefüggő bitsoportok (ha a bemeneti port bitjei kapcsolatban vannak egymással: pl. BCD-kód).
- A jel funkciója alapján:
  - Ellenőrzött (a jel vizsgálatát a beállított ciklusidő szerint a számítógép kezdeményezi),
  - Megszakításjel (a folyamat üzemvitele szempontjából olyan lényeges jel, amelynek változását azonnal észlelni kell).

### Digitális kimeneti jelek típusai

- Időbeli lefutás alapján:
  - Állapotjel (ha a folyamatberendezés működésének teljes időtartamára a jelet biztosítani kell, pl. jelzőlámpa, szelepműködtetés),
  - Impulzusjel (ha a folyamatberendezés adott szélességű és amplitúdójú jellel működethető, pl. motorvezérlések START/STOP jelei).
- A jel megjelenési formája szerint:
  - Feszültség szint jel (ha a kimenet állapotaihoz feszültség szinteket rendelünk),
  - Kontaktusjel (ha a kimenet állapotaihoz érintkezők zárását, ill. nyitását rendeljük).
- A jel értelmezése szempontjából:
  - Független bitek (ha a kimeneti port bitjeihez független folyamatberendezések vezérlését rendeljük),
  - Összefüggő bitsoportok (ha a kimeneti port bitsoportjai

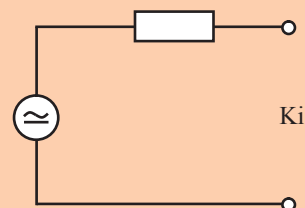
#### Aszimmetrikus, földelt:

A kimeneti vezetékek és a föld között mérhető impedanciák nagysága különböző. Az egyik kimeneti vezeték földelt.



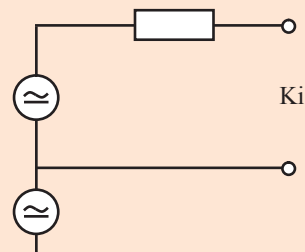
#### Aszimmetrikus, földfüggetlen:

A két kimeneti vezeték a földtől szigetelt. Az egyik kimeneti vezeték leföldelhető. Ekkor a kimeneti vezetékek és a föld között mérhető impedanciák nagysága különböző.



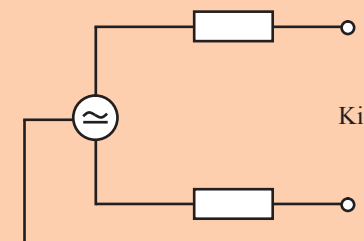
#### Aszimmetrikus, földelt, eltolt nullszintű:

A kimeneti vezetékek és a föld között mérhető impedanciák nagysága különböző. A kimeneti vezetékek nem földelhetők.



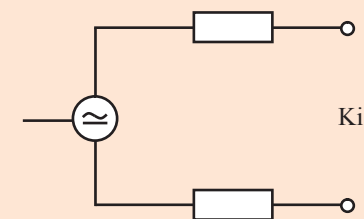
#### Szimmetrikus, földelt:

A kimeneti vezetékek és a föld között mérhető impedanciák nagysága megegyezik. Az impedanciák közös pontja földelt. A kimeneti vezetékek nem földelhetők.



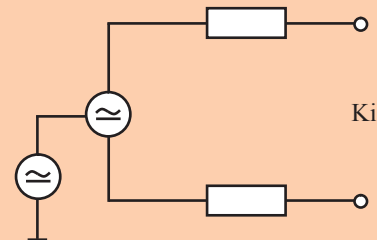
#### Szimmetrikus, földfüggetlen:

A kivezetett közös pont és a kimeneti vezetékek között mérhető impedanciák nagysága megegyezik. Az egyik kimeneti vezeték, vagy a közös pont leföldelhető.



#### Szimmetrikus, földelt, eltolt nullszintű:

A föld és a kimeneti vezetékek között mérhető impedanciák nagysága megegyezik. A kimeneti vezetékek nem földelhetők.



2. ábra Jelforrások típusai

logikai kapcsolatban vannak egymással, pl. digitális számki-jelzők).

Az analóg és digitális folyamatjelek fenti csoportosítása természetesen nem öncélú. Nagyon fontos, hogy egy adott folyamatirányító rendszer tervezése során a folyamatirányító berendezéshez csatlakozó konkrét jelek fenti csoportba sorolását elvégezzük, ugyanis – mint azt a folyamatirányító berendezés tárgyalásánál látni fogjuk – a látszólag azonosnak tűnő jelek a fenti besorolástól függően más és más típusú be-, ill. kimeneti egységet igényelnek. A rendszerkialakítás – és nem utolsósorban a költségek – szempontjából pl. nem mindegy az, hogy egy berendezés által fogadott 3 db analóg jel mindegyike 4...20 mA-es áramjel, vagy van közöttük egy 4...20 mA-es áramjel, egy PT-100-típusú platina ellenállás-hőmérő és egy 0...2000 Hz frekvenciájú jel is. Ugyanis amíg az első esetben a 3 db jel fogadását egyetlen 4 csatornás, 4...20 mA-es analóg bemeneti modullal megvalósíthatjuk, addig a második esetben kell egy árambemeneti, egy ellenálláshőmérő-bemeneti és egy frekvenciabemeneti modul. Tehát a második esetben kétfélével több modullra van szükség, ami természetesen nagyobb tápegységet, nagyobb méretet és magasabb költséget is jelent.

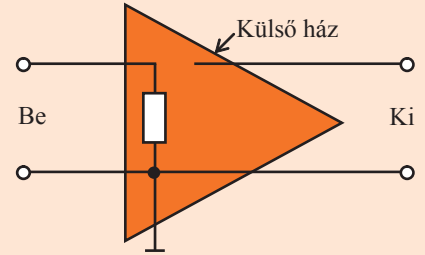
**Jelforrások és jelnevők típusai**

A folyamatirányító berendezés és a folyamat jelkapcsolatainak előző áttekintéséből kitűnik, hogy ha a jel-típusoktól eltekintünk, általánosan jelforrások és jelnevők kapcsolatáról beszélhetünk. A jelforrás a jelet előállító, míg a jelnevő a jelet feldolgozó, ill. a jelet a működéséhez felhasználó berendezés. A folyamatirányító berendezés információszerzési oldalán jelforrás a folyamat minden analóg vagy digitális bemeneti jelet szolgáltató érzékelője, távadója; jelnevő pedig a folyamatirányító megfelelő bemeneti egysége. A jelforrások és jelnevők az impedanciaviszonyok és földelések szerint rendszerezhetők. A 2. ábrán a jelforrások, a 3. ábrán pedig a jelnevők általános típusait foglaltuk össze.

A jelforrások és a jelnevők fenti típusba sorolása azért különösen fontos, mert a folyamatirányító és a folyamatérzékelők összekapcsolásában egy adott típusú jelforrás csak megfelelő típusú jelnevővel kap-

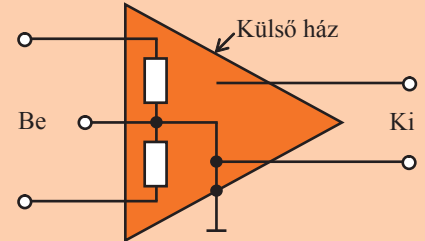
**Aszimmetrikus, földelt:**

A bemeneti vezetékek és a föld között mérhető impedanciák nagysága különböző. Az egyik bemeneti és kimeneti vezeték, illetve a külső ház földelt.



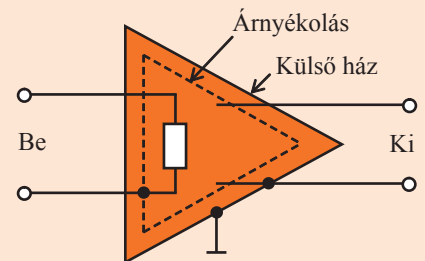
**Szimmetrikus, földelt:**

A bemeneti vezetékek és a föld között mérhető impedanciák nagysága megegyezik. Az impedanciák kivezetett közös pontja, az egyik kimeneti vezeték és a külső ház földelt.



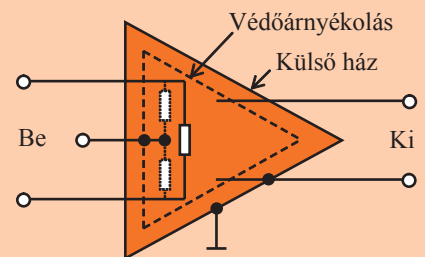
**Aszimmetrikus, földfüggetlen, árnyékoló:**

A bemeneti vezetékek a földtől, a külső háztól és a kimeneti vezetékektől szigeteltek. A egyik bemeneti vezeték a földfüggetlen árnyékolásra kapcsolódik. Az egyik kimeneti vezeték és a külső ház földelt. Az egyik bemeneti vezetékét leföldelve a bemenetek és a föld között mérhető impedanciák nagysága különböző.



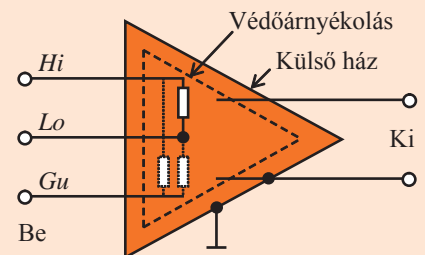
**Szimmetrikus, földfüggetlen, védőárnyékoló:**

A bemeneti vezetékek és a védőárnyékoláshoz kapcsolódó közös vezeték között mérhető szórási impedanciák megegyeznek. Csak a külső ház és az egyik kimeneti vezeték földelt. Ha a védőárnyékolás kivezetését az egyik bemeneti vezetékkel összekötik, a jelnevő aszimmetrikus földfüggetlen típusú lesz.



**Aszimmetrikus, földfüggetlen, védőárnyékoló:**

A melegpont (*Hi*) a földhöz képest nagy szórási impedanciájú pont. A hidegpont (*Lo*) a földhöz képest kis szórási impedanciájú pont. A védőárnyékolás (*Gu*) a jelnevő földfüggetlen (lebegő) bemeneti pontja.



3. ábra Jelnevők típusai

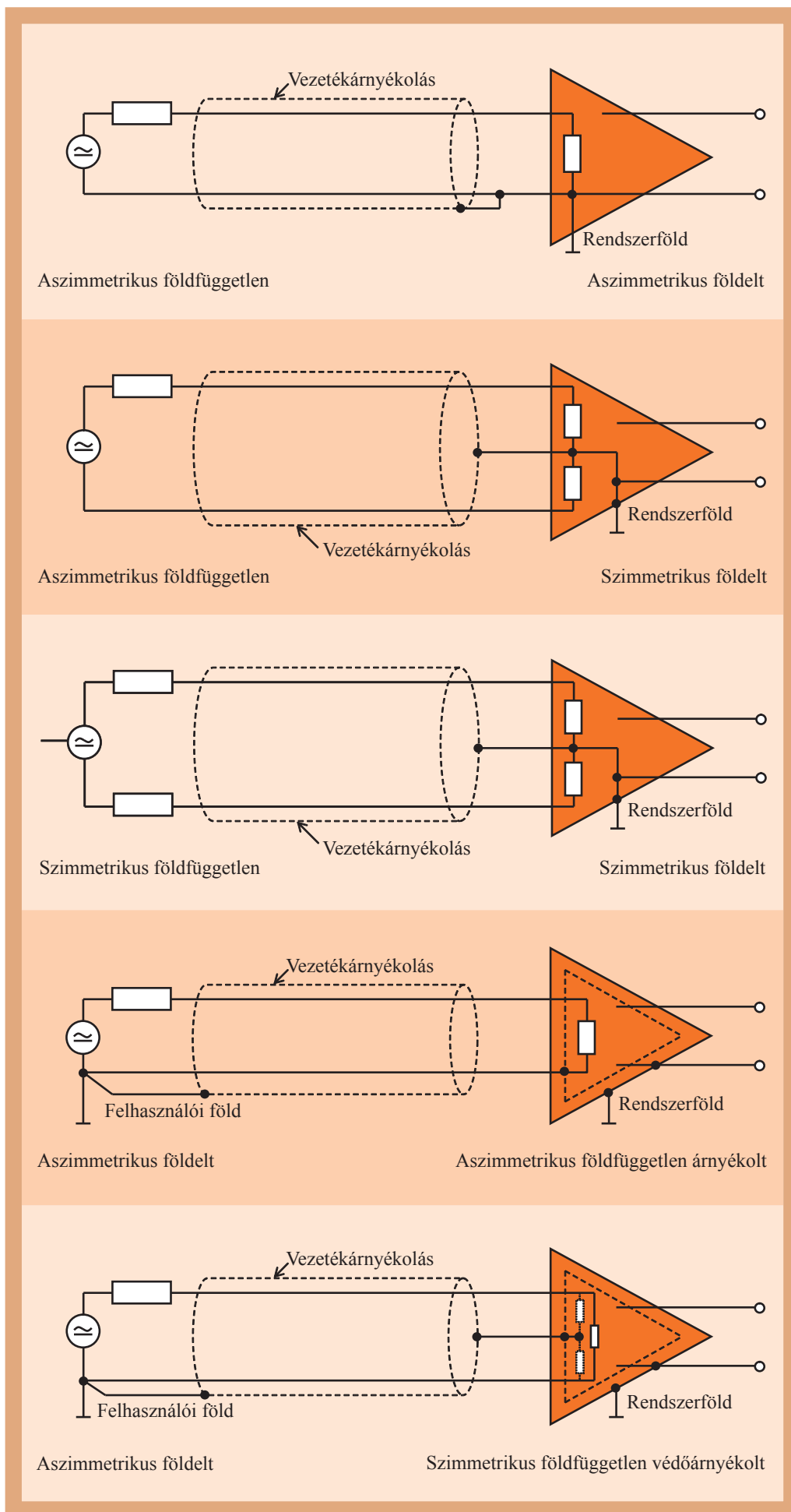
csolható össze. Az összeillesztési szabályok be nem tartása jelentős jeltorzulásokot okozhat! Az összeillesztés legalapvetőbb szabályai:

- Egyetlen pont földelése (a jelforrást és a jellevőt tartalmazó áramkörben csak egy pont földelhető, de egy pontban viszont le kell földelni a rendszert),
- Szimmetrikus áramkör kialakítása (a nagy zavarjelenyomás elérése érdekében törekedni kell a szimmetrikus áramköri kialakítások alkalmazására),
- A vezetékárnyékolás potenciáljának rögzítése (a vezetékárnyékolás potenciálját csak egyetlen pontban szabad rögzíteni, de egy pontban szükséges is). A vezetékárnyékolás potenciáljának rögzítését az alábbiak szerint kell megoldani:
  - Ha a jelforrás földfüggetlen, akkor a vezetékárnyékolást a jellevőnél kell leföldelni,
  - Ha a jelforrás földelt és eltolt nullszintű, akkor a vezetékárnyékolást az eltolt nullszintre kell kötni,
  - Ha a jelforrás földelt, de nem eltolt nullszintű, akkor a vezetékárnyékolást a jelforrásnál kell leföldelni,
  - Ha a jelforrás földelt és a jellevő földfüggetlen, árnyékolat vagy védőárnyékolat kivételű, akkor a vezetékárnyékolást a jelforrásnál le kell földelni, a jellevőnél pedig az árnyékoláshoz, ill. a védőárnyékoláshoz is hozzá kell kötni. (Az árnyékolást, ill. a védőárnyékolást ilyenkor nem szabad leföldelni!).

A szabályok helyes alkalmazását a 4. ábrán látható példák mutatják.

Ne feledjük, hogy a jelforrásokat és jellevőket összekötő vezetékeket akár több száz méteren, a technológia közelében, nagymértékű zavarásnak kitéve kénytelenek kiépíteni, ezért különösen fontos a felhasznált komponensek ipari kivitele és a földelési, valamint az árnyékolási szabályok gondos betartása. Ellenkező esetben a működés bizonytalaná válik, a hibák megkeresése és kijavítása pedig meglehetősen idő- és költségigényes lehet.

editor@magyar-elektronika.hu



4. ábra Jelforrások és jellevők összekapcsolása