

Ipari folyamatirányító rendszerek – 2.

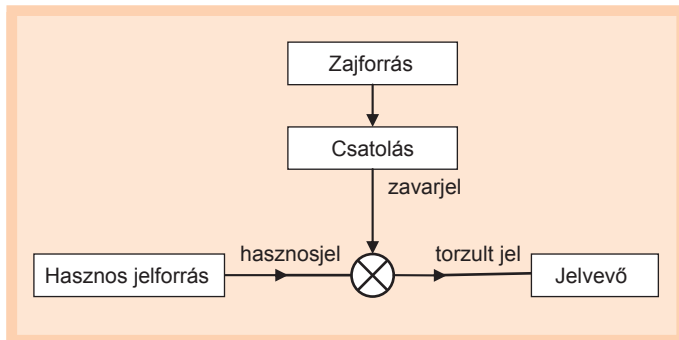
Folyamatirányító rendszerek és ipari folyamatok jelkapcsolata – 2.

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

A jelkapcsolatok kialakításánál csak abban az esetben biztosítható a jel zavarmentes átvitele, ha betartjuk a jelforrások és jelvezők összeillesztésének alapvető szabályait. Áttekintjük a zavarjelek csatolási típusait, majd definiáljuk a jelkapcsolatok fontos minőségi jellemzőjét, az azonosfázisú zavarjelelnyomást. Ennek segítségével összehasonlíthatóvá válnak a különböző jelforrás-jelvező kapcsolatok, így elméleti úton is igazolhatók az összeillesztési szabályok.

Zavarjelek

A zaj a hasznos információt hordozó jel (hasznosjel) olyan torzulása, amely információvesztést okoz. A torzult jel a hasznosjel és a zavarjel eredője. A zajforrásnál keletkező zavarjel az információt hordozó, hasznosjelet szolgáltató áramkörbe csatolás útján kerül (1. ábra).



1. ábra A zajforrás csatolása útján kialakuló torzult jel

A csatolás fő típusai a következők:

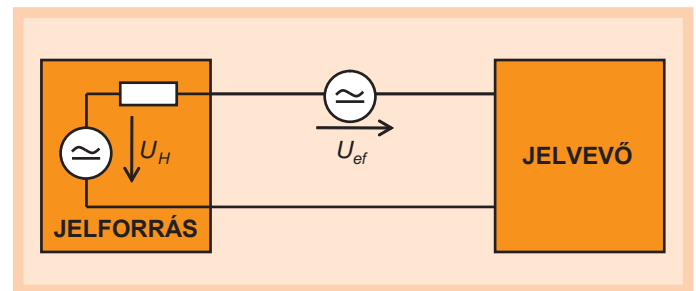
- **Konduktív csatolás:** a zajforrás és a hasznosjelet szolgáltató áramkör ohmos ellenállással jellemezhető vezetési kapcsolatban van. A vezetési kapcsolat közös vezeték vagy átvezetés útján jöhet létre. Ez elsősorban test- vagy földösszeköttetések esetén fordul elő.
- **Induktív csatolás:** a zajforrásból származó zavarjel a hasznosjelet elektromágneses indukció útján torzítja.
- **Kapacitív csatolás:** a zajforrás és a hasznosjelet szolgáltató áramkör elektrosztatikus kapcsolatban van egymással.
- **Csatolás sugárzással:** sugárzással történő befolyásolást idézhetnek elő pl. az URH-adóvevők, a rádiótelefonok, a nem megfelelően zavarmentesített ipari, nagyfrekvenciás berendezések, a nagy térerejű rádió- és televízióadók, ill. fénycsővek.

A zavarjelek kiküszöbölésének általános módszerei:

- A zajforrás megszüntetése, ill. a zajforrás keletkezésének megakadályozása,
- A csatolás megszüntetése, csökkentése a zajforrás és a hasznosjelet szolgáltató áramkör között,
- A zavarjel kiszűrése a torzult jelből.

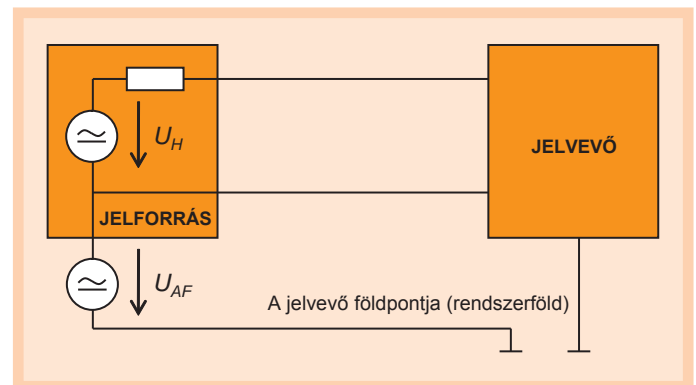
A zavarjelek típusai az áramkörben való megjelenési formájuk szerint:

- **Ellenfázisú zavarjel:** a jelforrás által szolgáltatott hasznosjellel sorosan jelentkezik, a jelvező bemeneti pontjait ellenfázisban vezérli. Veszélyes, mert a hasznosjel maradandó torzulását okozhatja (2. ábra).



2. ábra Ellenfázisú zavarjel

- **Azonos fázisú zavarjel:** a hasznosjelet közvetítő két jelvezeték közös pontja és valamilyen referenciapont – rendszerint a jelvező földpontja – között lép fel, a jelvező bemeneti pontjait azonos fázisban vezérli. Az azonos fázisú zavarjelből belső, ellenfázisú zavarjel keletkezhet (3. ábra)!



3. ábra Azonos fázisú zavarjel

Valamely adott U_{AF} azonos fázisú zavarjel és e zavarjelből keletkező U_{EF} ellenfázisú zavarjel abszolút értékének hányadosát

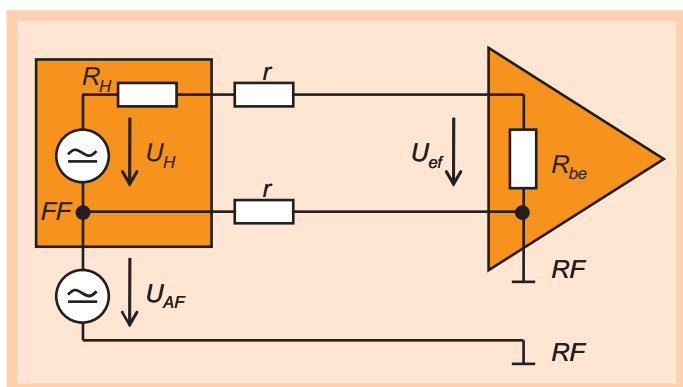
azonos fázisú zavarjelelnomásnak (*CMR – Common Mode Rejection*) nevezzük és *dB*-ben fejezzük ki:

$$CMR = 20 \log \left| \frac{U_{AF}}{U_{EF}} \right|$$

Az ideális *CMR* értéke végtelen!

Az azonos fázisú zavarjelelnomás számítása

Földelt jelforrás és földelt jellevő összekapcsolása esetén az azonos fázisú zavarjelet a felhasználói föld (*FF*) és a rendszerföld (*RF*) közötti potenciálkülönbség hozza létre. A 4. ábra kapcsolását átrendezve szemléletesebb formára és U_H hasznosjelet zérusnak tekintve a 5. ábrán látható kapcsolást kapjuk.

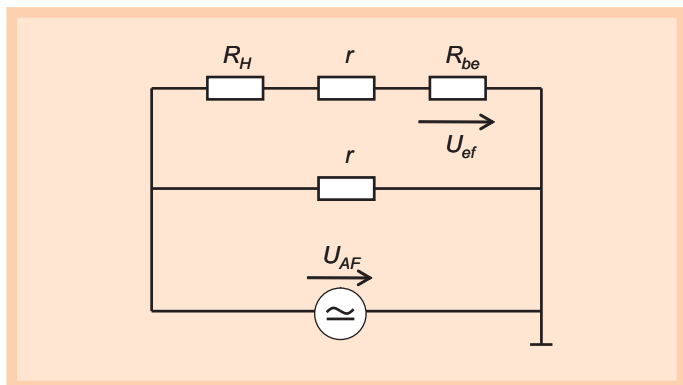


4. ábra Földelt jelforrás és földelt jellevő összekapcsolása

Az ellenállások nagyságrendjei a gyakorlatban:

- R_{be} [$\sim M\Omega$] a jellevő bemeneti ellenállása,
- R_H [$\sim \Omega$] a jelforrás kimenő ellenállása,
- r [$\sim \Omega$] a vezeték ellenállása.

A nagyságrendi viszonyok miatt $R_{be} \gg R_H + r$.



5. ábra *CMR* számítása földelt jelforrás és földelt jellevő esetén

Az azonos fázisú zavarjelből keletkező ellenfázisú zavarjel:

$$U_{EF} = U_{AF} \frac{R_{be}}{R_{be} + R_H + r} \approx U_{AF} \quad \text{tehát,}$$

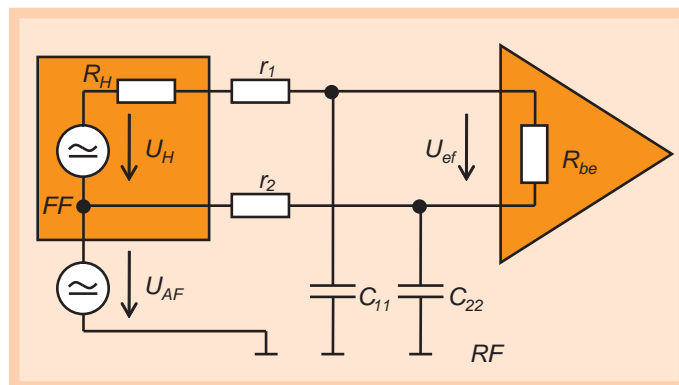
$$CMR = 20 \lg \left| \frac{U_{AF}}{U_{EF}} \right| \approx 0$$

vagyis – mivel nem tartottuk be az egyetlen pont földelésének szabályát – a földelések közötti feszültségkülönbség szinte teljes egészében ellenfázisú zavarjellé alakult.

Az aszimmetrikus, földelt jelforrás és aszimmetrikus, földfüggetlen jellevő összekapcsolását szemlélteti a 6. ábra,

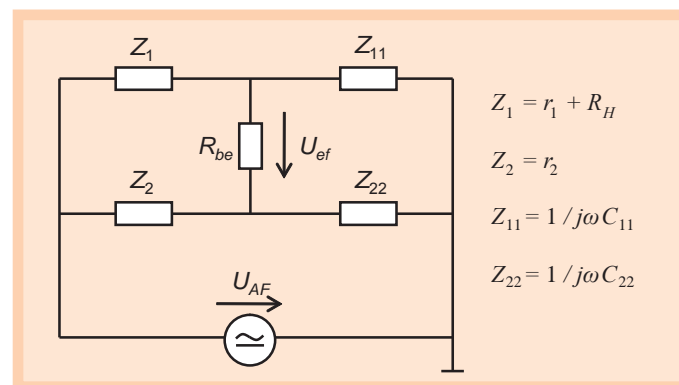
ahol

- r_1, r_2 a jeltovábbító vezeték ellenállása,
- R_H a jelforrás kimenő ellenállása,
- C_{11}, C_{22} a jellevő bemeneti pontjai és a föld között mérhető szórt impedancia,
- R_{be} a jellevő bemeneti ellenállása,
- U_{AF} a felhasználói föld és a rendszerföld közötti földpotenciál különbség,
- U_{EF} az U_{AF} -ből keletkező ellenfázisú feszültség,
- U_H a hasznosjel feszültsége.



6. ábra Földelt jelforrás és aszimmetrikus, földfüggetlen jellevő összekapcsolása

A kapcsolást szemléletesebb formára átrendezve és az U_H hasznosjelet zérusnak tekintve a 7. ábrán látható kapcsolást kapjuk.



7. ábra *CMR* számítása földelt jelforrás és aszimmetrikus, földfüggetlen jellevő esetén

A gyakorlatban

$$|Z_{11}|, |Z_{22}| \gg |Z_1|, |Z_2|$$

és az azonos fázisú zavarjelből keletkező ellenfázisú zavarjel tehát

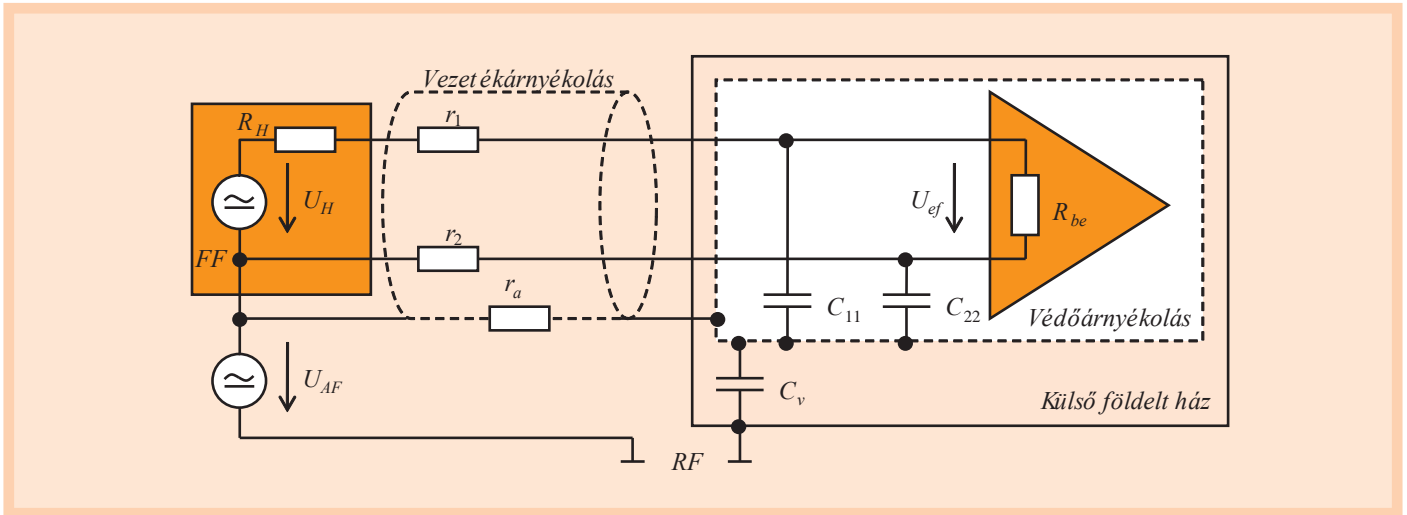
$$U_{EF} = U_{AF} \left(\frac{Z_1}{Z_1 + Z_{11}} - \frac{Z_2}{Z_2 + Z_{22}} \right) = U_{AF} \cdot \frac{Z_1 \cdot Z_{22} - Z_2 \cdot Z_{11}}{(Z_1 + Z_{11}) \cdot (Z_2 + Z_{22})}$$

Tételezzük fel, hogy $Z_{11} = Z_{22} = Z$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2$ és $R_{be} \approx M\Omega$, amivel

$$U_{EF} \approx U_{AF} \cdot \frac{\Delta Z}{Z}$$

tehát az azonos fázisú zavarjelelnomás:

$$CMR = 20 \cdot \lg \frac{U_{AF}}{U_{EF}} = 20 \lg \left| \frac{Z}{\Delta Z} \right|$$



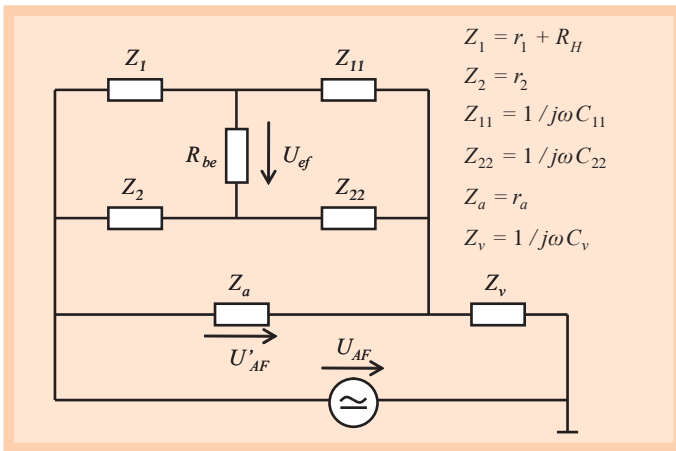
8. ábra Földelt jelforrás és szimmetrikus, földfüggetlen, védőárvényekölt jelnevő összekapcsolása

A CMR növelésének módjai:

- Szimmetrikus áramkör kialakítása (ΔZ csökkentése) pl. szimmetrikus osztóval,
- Azonos fázisú bemeneti impedancia (Z) növelése pl. védőárvényekölással.

Földelt jelforrást és szimmetrikus, földfüggetlen, védőárvényekölt jelnevőt használva (8. ábra) tovább növelhetjük a CMR értékét. A kapcsolást átrendezve és U_H hasznosjelét zérusnak tekintve a 9. ábrán látható kapcsolást kapjuk.

9. ábra CMR számítása földelt jelforrás és szimmetrikus, földfüggetlen, védőárvényekölt jelnevő esetén



A gyakorlatban

$$|Z_{11}|, |Z_{22}| \gg |Z_1|, |Z_2| \quad \text{és} \quad Z_v \gg Z_a$$

Tételezzük fel, hogy $Z_{11} = Z_{22}$, és legyen $\Delta Z = Z_2 - Z_1$. Az azonos fázisú zavarjelből keletkező ellenfázisú zavarjel ekkor:

$$U_{EF} = U'_{AF} \frac{\Delta Z}{Z}, \quad \text{ahol} \quad U'_{AF} = U_{AF} \frac{Z_a}{Z_v + Z_a} \approx \frac{Z_a}{Z_v}$$

Ezek alapján az azonos fázisú zavarjelelnyomás:

$$CMR = 20 \lg \frac{|Z| |Z_v|}{|\Delta Z| |Z_a|}$$

Mint látható, védőárvényekölás esetén a Z_v/Z_a impedanciaviszony növelésével az azonos fázisú zavarjelelnyomás jelentősen megnövelhető.

(Folytatjuk!)

editor@magyar-elektronika.hu