

A folyamatirányítás eszközei

A terepi működtetés feltételei – 2.

Dr. Telkes Zoltán

A folyamatirányítás eszközeit tárgyaló cikksorozat soron következő részében összefoglalásra kerülnek a folyamatirányító rendszer terepen elhelyezett részeinél alkalmazott robbanásvédelmi módok, ezen belül részletesebben a gyújtószikramentes kivitel, a terepbuszok robbanásvédelme, a földelés, ill. a túlfeszültség-védelem megoldásai.

Robbanásvédelmi módok

A villamos veszélyességi fokozat úgy is értelmezhető, hogy az adott veszélyes térben villamos berendezést működtetve, az tüzet vagy robbanást okozhat. Ennek elkerülésére védelmet kell alkalmazni. A villamos készülékek veszélyes (meghatározott veszélyességi fokozatú) terekben való működtetéséhez robbanásvédelmi módokat dolgoztak ki.

Tokozásos védelmi mód

• **Nyomásálló tokozású (Ex d)** az a villamos berendezés, amelynek tokozása megakadályozza, hogy az abba behatolt robbanásveszélyes gáz vagy gőz a készüléken belül keletkező üzemszerű vagy rendellenes szikrától, villamos ívtől vagy hőmérséklettől felrobbanva a tokozott téren kívülre is átterjedjen. A robbanás hatására a tokozásnak nem szabad megrongálódnia. A környezet légtére felé olyan nyílásoknak (réseknek) kell lenni, hogy a rajtuk keresztül kifújó termék lehűljön és a környezetében ne okozhasson robbanást. A hűtőhatást a kis résvastagsággal és a nagy réshosszal lehet fokozni. Résvastagság 6...9 mm, réshossz 12,5...25 mm.

Elválasztó közeges védelmi módok

- **Légmentes lezárás kiöntőanyaggal (Ex m)** az olyan védelmi mód, amelyben a robbanóképes környezetet meggyújtani képes szikrázó vagy melegedő alkatrészeket kiöntőanyag zárja körül oly módon, hogy a robbanóképes környezet ne gyulladhasson meg. A kiöntőanyag hőre keményedő, hőre lágyuló, ill. képlékeny anyag lehet, esetleg töltő- vagy adalékanyagot tartalmazhat. A rétegvastagság legalább 3 mm.
- **Túlnyomás alatti védelmü vagy szellőzésü (Ex p)** az a villamos berendezés, amelynek tokozásán belül – hermetikus zárás vagy állandó szellőztetés következtében – állandó, 200 Pa túlnyomású védőgáz van, és ez megakadályozza a robbanóképes elegy behatolását a berendezés belsejébe.
- **Olaj alatti védelmü (Ex o)** az a villamos berendezés, amelynél a veszélyes részek olyan mértékben merülnek olajba (legalább 25 mm), hogy az esetleg keletkező szikra, villamos ív vagy forró gáz lehűljön a külső tér gyulladási hőmérséklete alá, és ne okozzon robbanást. A tokozás védeltsége legalább IP66 legyen.
- **Kvarchomok védelmü (Ex q)** az a villamos berendezés, amelynél a tokozás száraz, 0,25...1,6 mm szemcse nagyságú kvarchomokkal van kitöltve. Ezáltal az üzemszerűen vagy meghibásodás esetén keletkező szikra, villamos ív vagy túlmelegedés nem képes sem közvetlenül, sem pedig a tokozás falának felmelegedése útján meggyújtani a robbanóképes elegyet.

Villamos konstrukciós védelmi módok

- **Fokozott biztonságú (Ex e)** az a villamos berendezés, amely üzemszerűen szikrázó részt nem tartalmaz és valószínűsíthető, hogy szikra, villamos ív vagy a megengedettnél nagyobb hőmérséklet nem is jöhet létre. Ez a legkevésbé biztonságos kivitel. Tokozása legalább IP54-védeltségű legyen. Főleg elosztódobozok, lámpák, ellenállások, mérőműszerek, nem kefések motorok vagy akkumulátorok védelmére alkalmazzák. A fokozott biztonságú kivitel a villanyszerelők által használt leggyakoribb védelmi mód. Ez az a védelmi mód, amely tulajdonképpen biztosítja a villamosenergia-ellátás lehetőségét robbanásveszélyes térben. Nagyon gyakori, hogy nem önálló védelemként, hanem más védelmi módszerekkel együtt egyszerre kerül alkalmazásra.
- **Gyújtószikramentes kivitelü (Ex i)** az a villamos berendezés, amelynek áramkörei, alkatelémei, vezetékai úgy vannak kiképezve, hogy azok zárlatakor vagy szakadásakor sem gyújtóképes szikrák, sem túlmelegedések nem keletkeznek. Az esetleg keletkező villamos ívek, szikrák energiáját minimális, veszélytelen értékre korlátozzák. Ez a védelmi mód a leginkább villamos szemléletű, és a legelterjedtebben alkalmazzák a korszerű elektronikus irányítástechnikai eszközökben, mert a legkisebb költségű és legnagyobb biztonságú eljárás.

Egyéb védelmi módok

- **Különleges védelmü (Ex s)** az a villamos berendezés, amelynek védelmi megoldása a fentiekől eltérő, és amelynek alkalmazását az illetékes – engedélyezésre jogosult – szerv jóváhagyja.

Gyújtószikramentes védelmi mód

A továbbiakban részletesen a **gyújtószikramentes (Ex i)** védelmi móddal foglalkozunk. Német elnevezése: **die Eigensicherheit** (saját biztonság), angol elnevezése: **intrinsic safety** (belső biztonság). A gyújtószikramentes védelem energiaszemléleten alapszik. Az áramkör és a rendszer még üzemzavar állapotban sem eredményez a robbanóképes elegy begyűjtéséhez elegendő energiájú szikrát vagy túlmelegedést.

A gyújtószikramentes rendszerekben háromféle elemet alkalmaznak:

- passzív elemet (hőelem, ellenállás-hőmérő, LED),
 - teljesen gyújtószikramentes villamos gyártmányokat és
 - részben gyújtószikramentes villamos gyártmányokat.
- A gyújtószikramentes gyártmányokat az „ia”- vagy „ib”- osztályba sorolják.
- Az „ia”-osztályú villamos gyártmányok ne legyenek képesek gyulladást okozni rendeltetészerű működésük során, egy hiba

ró, és a távadó kialakításától függően rendszerint lényegesen rövidebbre (0,5...1 km) korlátozzák az alkalmazott kábel hosszát, mint amit az egyenáramú rendszer veszélymentes térben egyébként lehetővé tenne (5...30 km).

A teljes külső *induktivitás* értékére az egyes típusokhoz és kapcsolási változatokhoz eltérő adatok találhatóak, de általában $L < 1,5 \dots 3$ mH.

A *kapacitás* megengedett értékére vonatkozó adatok szintén mutatnak szórást, de általában $C < 100 \dots 200$ nF (esetenként $C < 10$ nF). Részletesebben adható meg a terhelésként alkalmazható induktivitás és kapacitás értéke, ha különválasztjuk a gyártmánycsoportokat, illetve gázcsoportokat. Az 1. táblázat erre ad útmutatást.

A biztonsági gát kimenetén megengedett kapacitás vagy induktivitás teljes értékének egy része természetesen nem a kábel, hanem a kábelpár végére kapcsolt, pl. kétvezetékes távadó induktivitása, ill. kapacitása. A félvezető elemekből felépült kétvezetékes távadók kapacitás-, ill. induktivitásértéke viszonylag alacsony, ezért a nagyobb rész a kábelre jut.

Vizsgált gáz	Gázcsoport	Kapacitás (nF)	Induktivitás (mH)	L/R (mH/Ω)
propán vagy pentán	I IA	880	20	356
etilén	I IB	330	7,5	133,5
hidrogén	I IC	110	2,5	44,5

1. táblázat Gyártmányalcsoportok megengedett áramköri értékei

Adatsebesség:	9,6 és 31,25 kbit/s
Üzenetsebesség:	100 üzenet/s, (31,25 kbit/s esetén)
Kábelhossz:	1900 m (max), kéteres, árnyékolt
Kábeltopológia:	vonal(-busz-) kábel kettőzve
Állomások száma:	32 db
Állomások száma gyújtószikramentes kivitelnél:	10 db
Robbanásvédelmi mód:	EEx ib IIC

2. táblázat Terepbusz egy lehetséges specifikációja

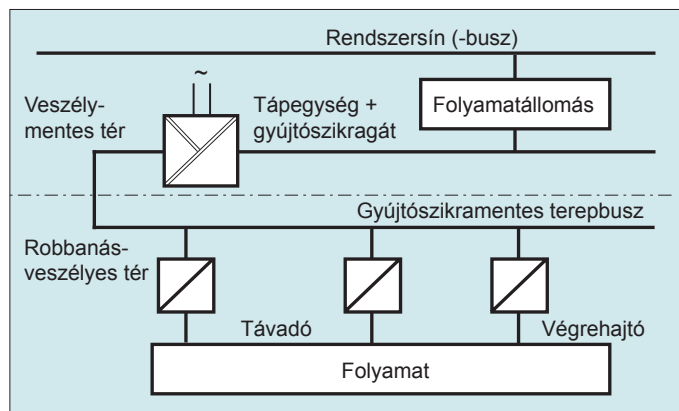
Az áramkört tápláló feszültség értékének megválasztásánál azt is vizsgálni kell, hogy az ohmos, induktív vagy kapacitív áramkör esetén melyik az a legkisebb feszültség, ami gyújtást okozhat. Ezeket az értékeket szabványok adják meg. Tájékoztatásul a gyújtási határesetet leggyakrabban képező kapacitív, induktív és ohmos áramkörökre adjuk meg a feszültséget. Az Ex ia fokozatban a leggyakoribb a 24 V-os tápfeszültség.

Egy robbanásbiztos, 0-zónában alkalmazható, gyújtószikramentes védelmi módú, zárt tokozású készülék tipikus európai (Eex) specifikációja: **Eex ia IIC T6, IP 67**.

A terepbusz robbanásvédelme

A robbanásvédelmi módok eddigi alkalmazásai analóg jeleket (3. vagy 4. generációs irányítási rendszert) feltételeztek. Az elterjedőben lévő 5. generációs rendszerben a terepen megjelenik a digitális jel, a legtöbb esetben terepbusz-átvitellel. A robbanásvédelmet tehát erre a megoldásra is ki kell terjeszteni.

A felsorolt robbanásvédelmi módok többsége független a jel formájától, és így értelem szerűen alkalmazható a terepbuszon keresztül kommunikáló készülékekre is (nyomásálló tokozás, fokozott biztonságú kivitel, kvarchomokvédelem stb.). Mivel az elektronikus berendezések legelterjedtebb védelmi módja a gyújtószikramentes kivitel, és ennek a terepbusz-alkalmazásokra való kiterjesztése új problémákat vet fel, ezért részletesen foglalkozunk vele.



4. ábra Kétvezetékes gyújtószikramentes terepbusz

A digitális jelátvitelnél a robbanásveszélyes terepre való kilépéskor az impulzusjelalak miatt a teljesítményátvitel nem folytonos. A gyújtószikragát energiakorlátozása kiterjeszhető erre az esetre is.

Az ilyen rendszerek általános felépítésének egy változatát a 4. ábra mutatja. Az 5. generációs rendszertechnikájú irányítás belső rendszerbusza egy folyamatállomáson keresztül csatlakozik a terepbuszhoz. A folyamatállomás a rendszerint vonaltopológiájú terepbusz központi vezérlője. A robbanásveszélyes térbe való kilépés helyén levő interfész ellátja a gyújtószikragát funkcióját és a tápegység funkcióját is. A terepbuszkábelben a jelátvitellel egyidejűleg a terepi készülékek energiaellátását is biztosítja a gyújtószikramentes rendszernek megfelelő, korlátozott szinten. Egy-egy ilyen interfész természetesen korlátozott számú perifériát tud csak ellátni, és ezért a rendszer tagolásának ez az egyik rendező szempontja.

A robbanásveszélyes terekben alkalmazott terepbusz egy lehetséges specifikációja látható a 2. táblázatban. Az adatok között a legfeltűnőbb az, hogy az egyébként 32 állomást tartalmazó hálózat gyújtószikramentes esetben csak 10 állomást enged meg. Ennek okát a kétvezetékes rendszerben kell keresni.

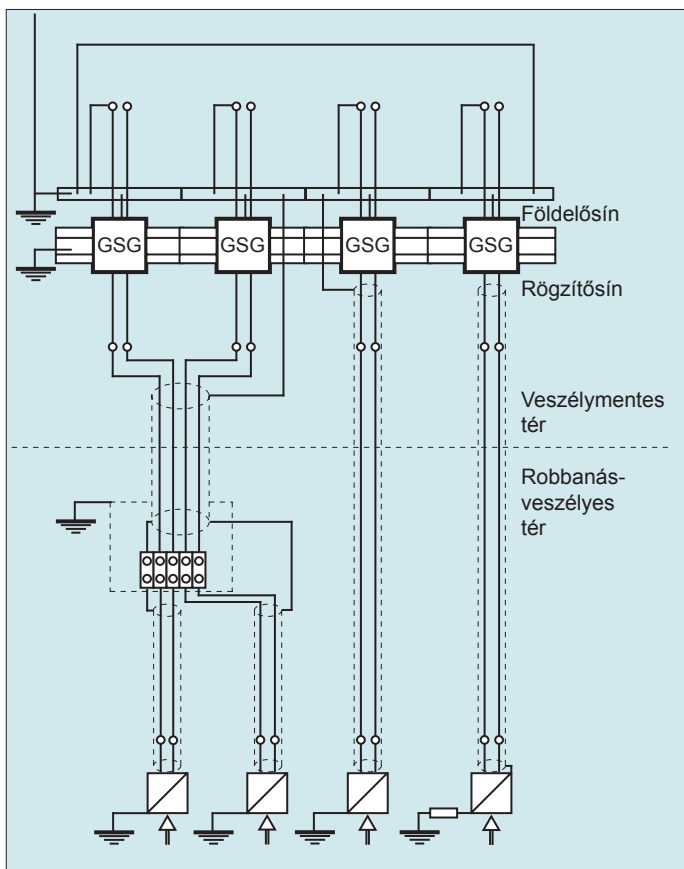
Földelés

A földelés valamely vezetőnek vagy testnek a földdel való közvetlen vagy közvetett összekötése. A földelés magában foglalja a *földelőt* (a földben elhelyezett fémszerkezetet) és a *földelővezetőt* (a földelőt a földelő berendezéssel összekötő vezetőt). Közvetett földelés esetén a földelővezetőbe pl. soros ellenállást iktatnak.

A földelés célja kettős: egyrészt a villamos rendszerek üzemszerűen áramot vezető pontjai földhöz viszonyított *potenciáljának* a rögzítése (üzemi földelés), másrészt az üzemszerűen áramot nem vezető, de érinthető fémrészek rendellenes feszültség alá kerüléséből eredő balesetek megakadályozása (*érintésvédelem*, védőföldelés).

A földelés a robbanásveszélyes terekben külön részletes megfontolást igényel. Az egyes zónákhoz kapcsolódó szabályokat külön tárgyaljuk.

- **0-zóna:** Már előzőleg is láttuk egy táblázatban, hogy a 0-zónában csak Ex ia gyújtószikramentes védelmi módot vagy különleges, egyedi engedélyezéssel védelmi módot lehet alkalmazni. A földelés szabályai is különlegesen: a gyújtószikramentes és nem gyújtószikramentes áramköröket egymástól galvanikusan el kell választani, a gyújtószikramentes áramkör nem földelhető, a földhöz képest ellenállásának a 10 kΩ-t meg kell haladnia. A galvanikus elválasztás miatt ugyanis földelési kiegyenlítetlenség áll elő, külső hatásra potenciálkiegyenlítő áramok indulhatnak, és gyújtóképes szikra keletkezhet. Ezt akadályozza meg a nagy földelési ellenállás.



5. ábra Robbanásveszélyes térben alkalmazott, gyújtószikramentes rendszer földelésének áttekintő ábrázolása

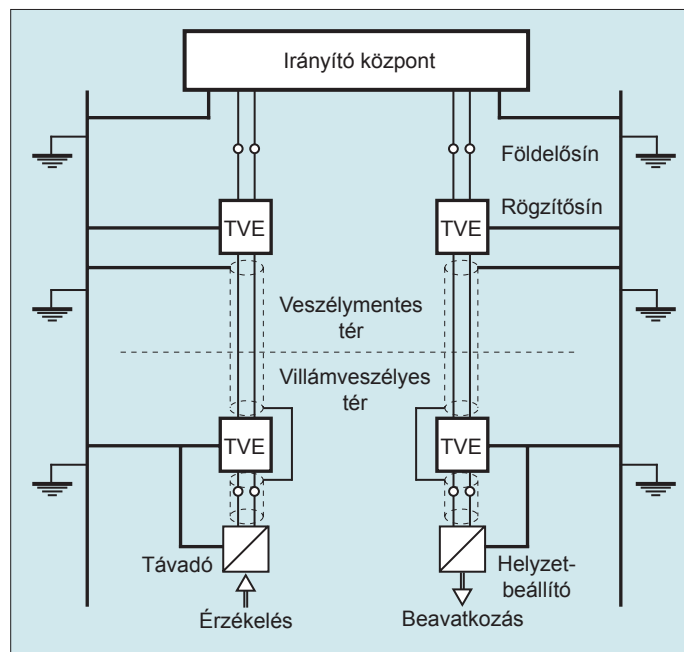
- **1-zóna:** Ebben a zónában alkalmazhatók galvanikus elválasztás nélküli rendszerek és a megismert biztonsági gátak. Ezek lehetnek földeltek vagy lebegtetett áramkörűek. Földelés esetén az egypontföldelést kell alkalmazni.

A 5. ábrán a robbanásveszélyes térben alkalmazott gyújtószikramentes rendszer földelésének egy áttekintő ábrázolása látható. A központban kettős, kiegyenlítő földelésű gyűjtősin, a biztonsági gátakat rögzítő szerelősín és az árnyékolt kábelek földelésének módja van feltüntetve. A terepi kapocstábla külön földelt, és az árnyékolt kábel földelését szigetelve viszi át. A veszélyes térben lévő távadók és végrehajtók helyileg földeltek, de a kábel árnyékolásától elszigeteltek. Ezek a megoldások az 1-zóna követelményeinek felelnek meg. Az ábra jobb oldali részén ettől eltérő kábel és földelés látható. A potenciálkiegyenlítő külső kábelköpeny a központi földeléstől elszigetelt, a terepi készülékkel van galvanikus kapcsolatban, és ott van egy ellenálláson keresztül leföldelve. Ez a megoldás a 0-zóna jellegzetessége.

Túlfeszültség-védelem

A terepen elhelyezett irányítási berendezéseket az eddig említettek túl különféle eredetű – a nagyfeszültségű kábel átütéséből, egyéb kisülésekből vagy villámcsapásból eredő – túlfeszültség veszélyezteteti, ami induktív vagy kapacitív csatolás, de főleg átütés útján juthat be az elektronikus készülékekbe, közvetítésükkel pedig az egész rendszerbe. Különösen nagy a veszély a tűz- vagy robbanásveszélyes környezetben működő rendszerek esetén, ezen belül a leggyakoribb gyújtószikramentes védelmi módú készülékeknel.

A túlfeszültség hatására egyrészt az érintett készülék tönkremenetele komoly anyagi károkat jelentő működéskiesést okozhat, másrészt a hatás továbbterjedhet és a robbanásveszélyes térségben robbanást idézhet elő. E két ok miatt a túlfeszültségvédelem önmagában, de gyújtószikramentes rendszerekben kü-



6. ábra A túlfeszültség-védelem rendszerteknikai megoldása

lönösen az alapesethez képest további előírások betartását teszi szükségessé, és további készülékeket kell alkalmazni ezen előírások betartására (6. ábra).

Az ilyen térben működő készülékek legfontosabb előírásai:

- a készülékeket és az azokat összekötő kábeleket, vezetékeket összefüggő fém árnyékolással kell ellátni és össze kell kötni a földelőhálózattal,
- a vezetékek árnyékolásait a robbanásveszélyes területen elhelyezett készülék közelében, közvetlenül vagy túlfeszültség-levezető közvetítésével, a villámhárító berendezéssel vagy a földelőhálózattal össze kell kötni,
- a biztonsági rendszerek esetében ezeken túlmenően a készülékek működőképességének megóvása érdekében túlfeszültségvédelmi (TVE, más elnevezés szerint zavarűzítő) eszközöket kell alkalmazni.

A TVE legfontosabb típusai

- kültéri, robbanásbiztos (Exi) túlfeszültség-védelmi egység,
- kültéri, villámvédtett zenergát (Exi),
- beltéri, B-osztályú túlfeszültség-védelmi egység,
- beltéri, C-osztályú kisfeszültségű (középteljesítményű) hálózati túlfeszültség-védelmi egység,
- beltéri, D-osztályú kisfeszültségű („finom”) hálózati túlfeszültség-védelmi egység (tv/video/PC védelmére).

A robbanásveszélyes térben alkalmazott egységekre vonatkozó eljárások

Az uniós jogharmonizáció miatt már 2003. július 1-től Magyarországon is csak ATEX¹ bizonylattal lehetett forgalomba hozni robbanásveszélyes térben üzemeltetni kívánt berendezést.²

A jelölésrendszerrel kapcsolatban is változások álltak be, és ezt pl. a Magyar Elektronika több számában is megjelent közlemények³ tartalmazzák.

editor@magyar-elektronika.hu

¹ Atmospheres Explosibles, EU Direktiva 94/9/EC (ATEX 100)

² 8/2002. (II. 16.) GM rendelet, (a 31/2003. (V. 16.) GKM, (a 49/2004. (IV. 22.) GKM és a 118/2008. (V. 8.) Korm. által módosított) érvényességgel a potenciálisan robbanásveszélyes környezetben történő alkalmazásra szánt berendezések, védelmi rendszerek vizsgálatáról és tanúsításáról.

³ Veress Árpád: Robbanásbiztonsági jelölésrendszer az EU-ban. Magyar Elektronika, XXVI (2009) 12. pp. 46-47.