

## ÉPÜLETVILÁGÍTÁSI VEZÉRLÉS TESZTRENSZERÉNEK BEMUTATÁSA DMX512 PROTOKOLL ALKALMAZÁSÁVAL

**Simon Róbert** 

doktorandusz, tanársegéd, Miskolci Egyetem, Automatizálási és Infokommunikációs Intézet  
3515 Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [robert.simon@uni-miskolc.hu](mailto:robert.simon@uni-miskolc.hu)

**Trohák Attila** 

egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Automatizálási és Infokommunikációs Intézet  
3515 Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [attila.trohak@uni-miskolc.hu](mailto:attila.trohak@uni-miskolc.hu)

### **Absztrakt**

*Az épületautomatizálás komplex és sokrétű folyamat, melynek célja alapvetően egy olyan élettér vagy lakótér biztosítása, amelyben a benne tartózkodók kényelme és az optimális energiafelhasználás egyaránt lényeges szempont. Ez általánosságban akkor valósítható meg, ha nem csupán néhány jellemzőt automatizálunk, hanem az élettér fizikai paraméterei közül mindent, illetve, ha a lakótér egészét a lakótérrel tartalmazó épülettel együtt kezeljük. Ez igen komplex feladat, mivel a tudományok számos különböző területét öleli fel, így bemutatása és kutatása is időigényes, részletekbe menő folyamat. Ebben a cikkben a világításvezérlés egyik lehetséges módját mutatom be egy WAGO PFC200 750-8212 vezérlő alkalmazásával, DMX512 protokollt használva. A tesztkörnyezet előállításához 2 db kétcsatornás S1-DR típusú AC Triac Dimmert alkalmaztam, amely alkalmas a világításvezérlési koncepció bemutatására és képes a tényleges DMX hálózat működését modellezni. Ekképpen épületautomatizálási alkalmazása bizonyítható.*

**Kulcsszavak:** WAGO, DMX512, épületautomatizálás, okosotthon, világításvezérlés

### **Abstract**

*Building automation is a complex and multifaceted process, the aim of which is essentially to provide a living space or living area that is both comfortable for its occupants and energy efficient. In general, this can be achieved by automating not just a few features, but all the physical parameters of the living space, and by managing the whole of the living space together with the building containing the living space. This is a very complex task, as it involves many different fields of science, and is therefore a time-consuming and detailed process to present and research. In this paper, I will present one possible way of lighting control using a WAGO PFC200 750-8212 controller and using DMX512 protocol. To create the test environment, I used 2 dual-channel S1-DR type AC Triac Dimmers, which are suitable for demonstrating the lighting control concept and can model the actual DMX network operation. Thus, building automation applications can be demonstrated.*

**Keywords:** WAGO, DMX512, building automation, smart home, lighting control

## **1. Bevezetés**

Az épületautomatizálás komplex és sokrétű folyamat, melynek célja alapvetően egy olyan élettér vagy lakótér biztosítása, amelyben a benne tartózkodók kényelme és az optimális energiafelhasználás egyaránt lényeges szempont. Ez általánosságban akkor valósítható meg, ha nem csupán néhány jellemzőt automatizálunk, hanem az élettér fizikai paraméterei közül mindent, illetve, ha a lakótér egészét a lakótér tartalmazó épülettel együtt kezeljük. Ez igen komplex feladat, mivel a tudományok számos különböző területét öleli fel, így bemutatása és kutatása is időigényes, részletekbe menő folyamat.

Ezt a komplexitásigényt természetesen az ipari szereplők is felismerték, emiatt az épületautomatizálási megoldások többnyire önálló rendszerként működőképesek és igazán hatékonyak. A piaci elvárások miatt természetesen vannak részleges megoldások is elterjedőben, amelyek többnyire a világításvezérlést érintik, hiszen a legegyszerűbb, utólagosan is beépíthető megoldás a világítások cseréje, automatizálása. Ez általában intelligens izzókat, és intelligens lámpakapcsolókat jelent. Ennek az az oka, hogy a minden további szint (pl. állandó fényáram) biztosítása már további érzékelők integrációját igénylik, kiegészítve egy olyan jelfeldolgozóval, amely képes az érzékelők által szolgáltatott jelet feldolgozni, és ez alapján a kívánt fényerőt beállítani a fényforráson.

Természetesen mindig a megrendelő dönti el az igényeket, ám tekintettel arra, hogy a megrendelő általában nem automatizálási szakember, illetve az okosothonok megoldásai még egyáltalán nem elterjedt megoldások Magyarországon, így a megrendelő sokszor nincs tisztában azzal sem, hogy egyáltalán milyen igényei lehetnek. Így a kivitelező/tervező korrekt tájékoztatása elengedhetetlenül szükséges. Amivel azonban a megrendelők mindig tisztában vannak, azok a saját anyagi lehetőségeik, így a rendszer ára – főleg magánszemély esetén – mindig szempont lesz, akár a költséghatékonyság, akár a hivatkozottan magas ár is kerül meghatározásra fő szempontként.

Általánosan igaz az, hogy az élvonal termékei mindig magasabb árral kerülnek bevezetésre, mint a kategóriájukon belüli más termékek, és az okosothonok egyelőre még az élvonalhoz tartoznak. Ezért ez sajnos az árazásukon is megjelenik – főleg abban az esetben, ha valamely gyártó teljes rendszerét vásároljuk meg, vezérlővel, szenzorokkal és beavatkozókkal együtt. A rendszerek között korlátozott kompatibilitás van csupán, így rá vagyunk utalva a gyártó, vagy rendszer által felkínált lehetőségekre, még olyan esetben is, ahol egy másik rendszer tetszetősebb, vagy hatékonyabb megoldást tud felmutatni.

Ezért egy átfogó kutatásban azt a lehetőséget vizsgáljuk, hogy milyen módon tudunk olyan megoldásokat kidolgozni, amivel az okosothon-rendszerek, létesítményautomatizálási megoldások az átlagos megrendelő számára is megfizethető, reális alternatívát tudnak nyújtani. Ebben a cikkben a világításvezérlésre mutatunk be egy lehetséges alternatívát.

### **1.1. A piacon lévő megoldások**

A piac számos, szabványos megoldást biztosít világításvezérlésre. Ezekből van olyan, ami csak világításvezérlésre alkalmas (pl. DALI), és van olyan, ami egy komplex épület teljes létesítményautomatizálási feladatkörét képes lefedni (pl. KNX). Szintén sok lehetőséget tartalmaz a BACnet szabvány, ami az eszközök közti kommunikáción felül képes egyfajta átjáró szerepet is betölteni, így alkalmazásával a különböző szabványok integrációja is megvalósítható.

Ezen rendszerek tagadhatatlan előnye a kiforrottságuk és mind ipari, mind lakberendezési oldalról magas támogatottságuk. Így a számunkra megfelelő rendszer kiválasztásával könnyen specifikálhatjuk a kívánalmaknak megfelelő aktuátorok, szenzorok számát, katalógusból azok típusait, illetve a kihúzandó vezetékek típusát és hosszát.

Jelentős hátrányuk azonban, hogy a hagyományos, nem-okos rendszerekhez képest jelentős költség-többletet mutatnak mind kivitelezés, mind termék oldalon. Nyilvánvalóan a szenzorok, az esetlegesen szükséges gateway-ek, hubok, HMI-k mind plusz költséget képviselnek egy okosrendszerben, ám ezeket nem számítva, a normál beavatkozók, pl.: lámpatestek, thermo-szelepek költségei is sokkal magasabbak egy hagyományos eszközhöz képest.

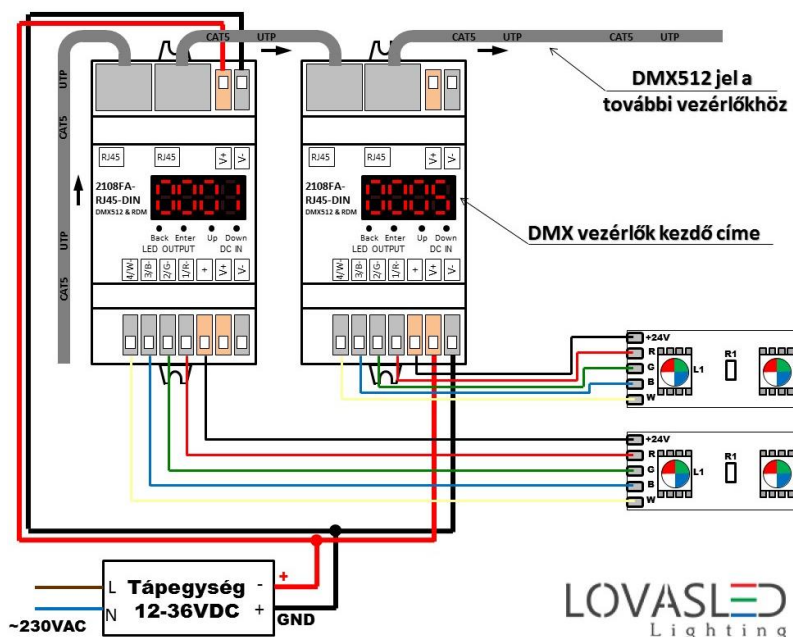
## **2. A DMX512 protokoll**

A DMX512 egy digitális kommunikációs protokoll, amelyet jellemzően világítás és színpadi, intelligens lámpák vezérlésére használnak. Eredetileg is erre fejlesztették ki, mivel megjelenése előtt a színpadi világítóberendezések vezérlését egymással nem kompatibilis rendszerekkel tudták megoldani. Segítségével azonban nemcsak a világítás vezérlését lehet megoldani, hanem számos, más, a színpadon használt eszközökét is, mint pl. gyengeáramú állítómotorok, függönyvezérlés, füstgép, stroboszkóp stb. Rugalmassága és egyszerű használata hamar egyeduralmódóvá tette ezen a területen, DMX keverőpultok jelentek meg, a hozzájuk tartozó világítóegységekkel, színpadtechnikákkal együtt.

A technológia azonban nem állt meg itt, és olyan területeken is elkezdtek használni, ahol korábban nem is gondolták volna. Így megjelentek a koncerteken, rendezvényvilágításoknál, reklámtáblákon, karácsonyi díszvilágításokban, és megjelentek a külső és belső épületvilágításokban is. A DMX512 nem alkalmas veszélyes üzemű egységek vezérlésére, mint pl. pirotechnika, ennek ellenére sok helyen találkozni DMX512-vel ilyen területen is. Tehát a protokoll egyszerű felépítése és könnyű programozhatósága mára már szinte bárhol felhasználhatóvá teszi, csak a képzelet szab neki határt. Másik előnye, hogy a szabványt támogató dekóderek ára rendkívül olcsó, nagyszámú gyártónál elérhetőek, számos kivitelben. Ha világításvezérlésre használjuk, akkor másik óriási előnye, hogy ezek a vezérlők a hagyományos fényforrásokkal együtt is használhatók – legalábbis a legtöbbször. Amely világítótest fényerőszabályozható (dimmelhető), az gyakorlatilag azonnal a dekóderre köthető – természetesen a fényforrás működtető feszültségi specifikációinak megfelelően.

Az **1. ábra** kettő vezérlőt mutat, amelyek szabványos 24VDC tápfeszültségű, RGBW ledszalagokat vezérelnek.

Látható, hogy a jelvezeték sorolva van a két vezérlő között és lehetőség szerint tovább is fűzhető más vezérlők számára. Ebben az esetben a buszcsatlakozó RJ45-ös típust használ, illetve mutat be az ábrán. A vezérlők számára nincs szükség külön tápvezetékre, hanem a fényforrást tápláló feszültségforrás táplálja a dekódert is. A buszvezeték nem továbbítja tápfeszültséget, csupán digitális jelet továbbít. Az RJ45-ös típusú csatlakozás általában valamilyen Ethernet alapú kommunikációt feltételez, és bár létezik olyan intelligens csatlakozó (bridge), amelyik képes a DMX512 jelet Ethernet alapú, TCP/IP vagy UDP kommunikációt használva továbbítani, de ebben az esetben nem erről van szó. A bekötésnél ennél a típusnál ezért erre külön figyelmet kell fordítani. A DMX512 szabványos, illetve nem szabványos, de mégis használt csatlakozófelületeiről a következő alfejezetekben lesz majd szó.



1. ábra. 2108FA-RJ45-DIN DMX512 vezérlő bekötése [2]

## 2.1. Szabványok

A DMX512 (Digital Multiplex with 512 pieces of information) szabványt eredetileg a United States Institute for Theatre Technology (USITT) fejlesztette ki 1986-ban, majd ezt dolgozták át 1990-ben DMX512/1990 néven.

A DMX512 rögzíti, hogy a rendszer 512 elemet (csatornát) tartalmazhat maximum, amely csatornák egyenként 256-féle értéket tudnak felvenni. Értelemszerűen a csatornák értékei a fényerősség nagyságát hivatottak jelteni – 0 a kikapcsolt, 255 pedig a legfényesebb állapot. A kommunikációhoz egyirányú, RS-485 alapú differenciális jelátvitelt használ a fizikai rétegben, egy változó méretű, csomagalapú protokollal együtt. Automatikus hibaellenőrzést nem használ, így nem használható olyan területeken, ahol ebből fakadóan veszélyes lehet a használata. Ilyen helyek lehetnek például a pirotechnika és a színházi kötélzet is, mivel kommunikációs hiba esetén közvetlen vagy közvetett módon sérüléshez vezethet használatuk. Ilyen kommunikációs hiba keletkezhet elektromos zavar, elektronikus kisülés, csatlakozási problémák vagy akár a nem megfelelően megválasztott kábelhossz miatt.

### 2.1.1. DMX512/1990

A szabvány 1990-es átdolgozása nem vezetett inkompatibilitáshoz, és radikális újdonságot sem tartalmazott, inkább aktualizálták a felhasználás közben felmerült igényeknek megfelelően. Az egyik ilyen újdonság az lett, hogy definiálták az 5 pólusú XLR csatlakozót az alábbi kiosztás szerint (2. ábra).

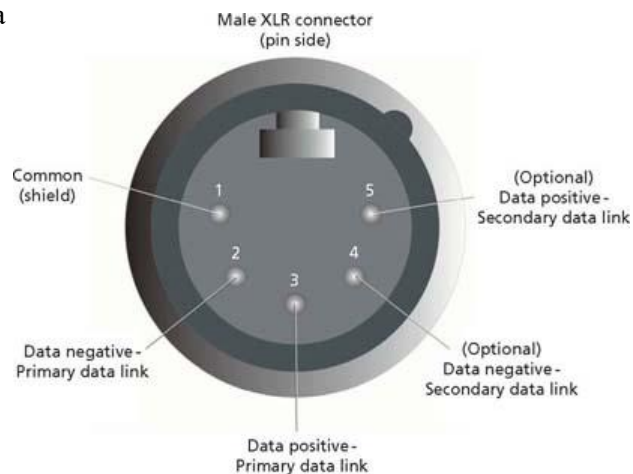
A kábeleken a feszültségátvitel az EIA-485 szabvány szerint történik, így a maximális feszültség 6 VDC, a maximális áram pedig 250 mA lehet vezetékenként, érintkezőnként.

Érdeemes itt megjegyezni, hogy a busz végét 100-120  $\Omega$  körüli véglezáró ellenállással kell lezárni, így elkerülhető a nagyfrekvenciás jelek mellett kialakuló állóhullámok megjelenése. Továbbá a buszvezeték kihúzásánál, illetve a topológia elkészítése során sorolt elrendezést kell alkalmazni, mivel a T-, és Y-elágazások hibás jelátvitelt eredményezhetnek.

Az 1990-es szabvány másik lényeges eleme volt az időzítés kérdése, mivel korlátozták az időzítések késleltetését 8  $\mu$ s-ban a fogadó oldalon, hogy felismerhetőek legyenek az átviteli szünetek. Az adó oldalon a késleltetések 12  $\mu$ s-ben voltak limitálva. Ezek a késleltetések teszik lehetővé a csomagalapú információellenőrzést, amit a DMX512 biztosít. Így minimális az adatvesztés főleg a 16 bites Start csomagok esetén.

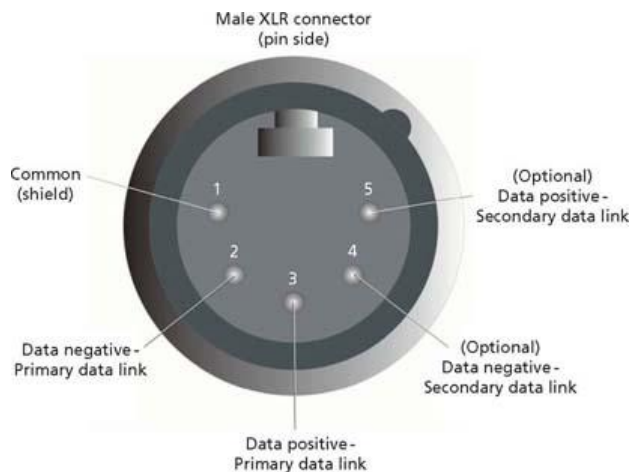
Visszatérve a csatlakozótípusokhoz, érdemes megjegyezni, hogy nem csupán az 5 pólusú XLR csatlakozót használják a DMX jelvezetékeken, hanem az általánosabban elterjedt, 3 pólusút is. Ez azért lehetséges, mert ahogyan a

is látjuk, a Secondary



data link Data (+) és Data (-) érintkezői használata opcionális. 3 pólusú XLR alkalmazása esetén csak a Primary data link vezetékei vannak bekötve, a következő lábkiosztással: PIN1 – Common, PIN2 – Data (-), PIN3 – Data (+).

Érdemes megfigyelni, hogy a DMX vezérlőpultok, illetve okoslámpák, okoseszközök általában ez utóbbi, 3 érintkezős XLR csatlakozót használják.

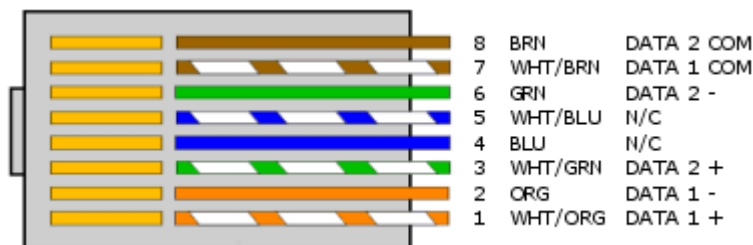


2. ábra. Az 5 pólusú XLR, csatlakozó lábkiosztása DMX512/1990 szabvány szerint [4]

### 2.1.2. DMX512-A

A DMX512-A a jelenlegi, legfrissebb változat a DMX512-es szabványban. 1998-ban az ESTA vette gondozásba a szabványt, azzal a céllal, hogy ANSI szabvánnyá fejlessze azt. [3] Ennek rövidített neve az USITT DMX512A, vagy még rövidebben DMX512A. Ebben a szabványban többek között definiáltak egy újabb, 8P8C típusú csatlakozót a jeltovábbításhoz, amit jellemzően az RJ45-ös csatlakozóval szoktunk használni.

A 3. ábra a 8P8C típusú csatlakozó lábkiosztását mutatja be. Vegyük észre, hogy a 8 pólusból 2 nem használt (4, 5), illetve a közös vezeték pedig duplázva van. Ekképpen az 5 vezetékes lábkiosztás – amit a korábbiakban a DMX-szabványokban definiáltak – egyáltalán nem sérül, pusztán egy újfajta csatlakozóhoz igazították azt. És egyúttal az is igaz, hogy a Secondary data link (vagyis Data 2) vezetékai továbbra is opcionálisak, így a 3 vezetékes kiosztás is működik. Ebben az esetben csupán a narancssárga és a barna vezetékeket használjuk az 1, 2 és 7, 8 érintkezőkön keresztül. Érdeemes megjegyezni, hogy a DMX512 általánosan árnyékolt jelvezetéseket ír elő a kommunikációhoz, ezért javasolt STP-kábel használata és RJ48-as típusú (vagy árnyékolt RJ45) csatlakozók használata.



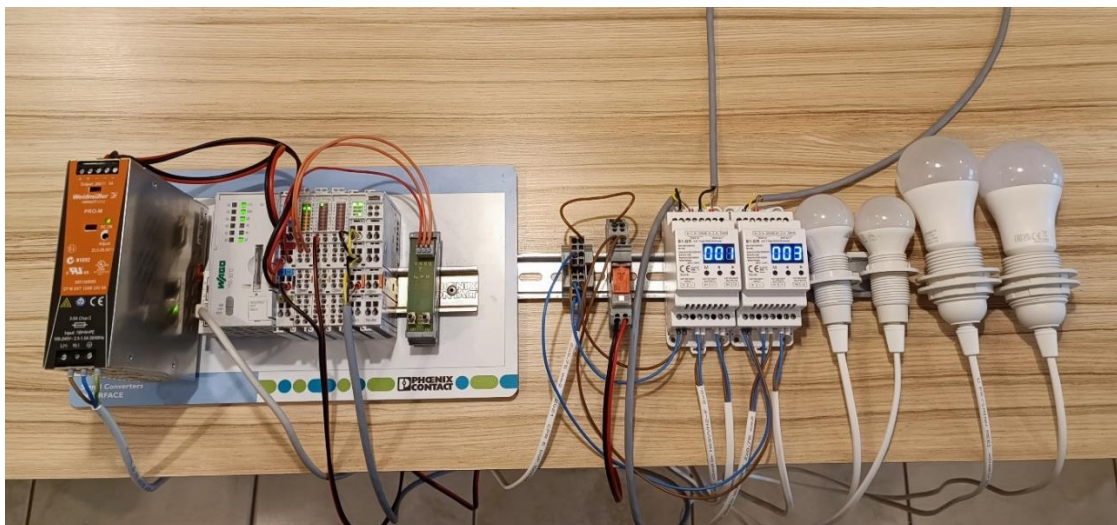
3. ábra. DMX512 jelvezetékek lábkiosztás RJ45 csatlakozó esetén

## 3. A fizikai tesztkörnyezet bemutatása

### 3.1. WAGO PFC-200 750-8212 PLC

A tesztrendszer kiépítését a 4. ábra. *A tesztrendszer fizikai felépítése* mutatja be. A rendszer lelkét egy WAGO PFC200 750-8212 típusú, 2. generációs PLC alkotja. A 2. generáció módosításai elsősorban a CPU-t érintették, mivel a PLC-ben a korábbi 600 MHz-es Cortex A8 lapka helyett egy 1 GHz-es Cortex A8 processzor dolgozik. De természetesen memória tekintetében is bővült a hardver, korábban 256 MB volt egyaránt a RAM és a belső, flashmemória mérete is, a generációváltással azonban a RAM mérete megduplázódott és 512 MB-ra módosult. A háttértár mérete (flashmemória) 4 GB-ra nőtt. A PLC erős hardverének köszönhetően a taszkok számára elérhető legalacsonyabb ciklusidő 100 µs, ami másodpercenként 10 000 lefutást engedélyez. Ez a sebesség igen rugalmas felhasználást tesz lehetővé, és minimális megkötést jelent a gyártási/elemezési feladatok tervezése során.

A hardver mellett azonban a szoftver is módosult, és lényegi elem, hogy a PLC immáron felhőalapú támogatást is kapott. Ezáltal elérhetővé vált az okosotthonok esetében gyakran használt MQTT Any-Cloud, de lehetőségünk van a Microsoft Azure megoldását, vagy a WAGO saját felhőszolgáltatását, a WAGO Cloudot is használni. Ezen felül a PLC leírása az IBM Cloud, az Amazon Web Services és az SAP IoT Services szolgáltatásairól is említést tesz, mint lehetséges felhőszolgáltatókról.



**4. ábra.** A tesztrendszer fizikai felépítése

Szintén lényeges különbség van a támogatott kommunikációs protokollok között. Az első generációban alapvetően a Modbus megoldásai voltak elérhetőek Ethernet, illetve soros portot használva. A második generációban ez jelentősen kibővült, mivel a Modbus támogatását megtartva, megjelent az Ethernet/IP, az MQTT, az EtherCAT és a BACNet/IP támogatás is. A két utóbbi protokoll támogatása további licenceket igényel a PLC-n, így a felhasználói program mellett a megvásárolt licencek is letöltésre kerülnek a PLC-re a fejlesztőkörnyezetből.

### 3.2. Modulok

A PFC200-as fejegység mellett, az eredetileg kitűzött cél megvalósíthatóságához szükség van további I/O és kommunikációs modulokra is. Ezért a tesztrendszerben helyet kapott 2 db 16 csatornás DI (750-1405), 1 db 16 csatornás DO (750-1504), és 1 db RS-232/RS-485 soros interfész (750-652). Ez utóbbi azért lényeges, mert bár a PFC200-as fejegység rendelkezik soros interfésszel, amelyhez D9 típusú csatlakozóval tudunk csatlakozni, ám ez a csatlakozás elsődlegesen a Modbus-RTU kommunikációt hivatott kiszolgálni. A soros interfész DMX szabványnak megfelelő paraméterezése csak külön modulon oldható meg. A tesztkörnyezet üzemeltetéséhez szükség van néhány manuális beavatkozó pontra, ám ezt néhány DI/DO csatornával le lehet fedni. Tekintettel azonban arra, hogy maga a világításvezérlés az okosotthon-vezérlések csupán egy szegmensét fedi le, így a bővíthetőség jegyében sokcsatornás modulokat alkalmaztunk. Ezek esetében ugyanis az egyetlen csatornára vetített költség lényegesen kedvezőbben alakul. A 4. ábraán, balról jobbra helyezkednek el a fenti sorrendben az egyes elemek. Legvégül van tehát a soros interfész, illetve a 750-600-as végzáró modul, ami a PLC belső lokális buszának végzáró ellenállását tartalmazza.

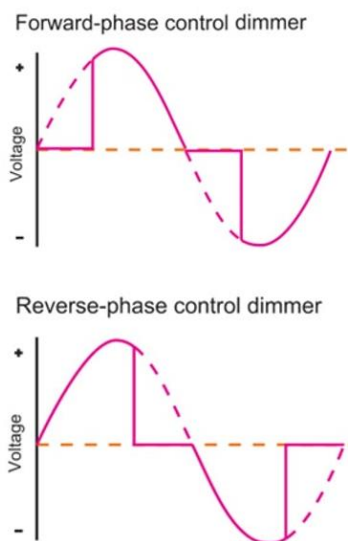
### 3.3. Fizikai kiépítés

A tesztrendszer működéséhez további elemek is szükségesek, így első körben szükség van egy tápegységre, amelyhez egy Weidmüller Pro-M 120 W-os, 24 VDC típust választottunk. Van 2 db 3 állású, bistabil kapcsoló, amellyel a PLC programot – ekképpen a világításvezérlés működését tudjuk befolyásolni. Ezek a kapcsolók a DI modul 3-as és 4-es bemenetére vannak kötve. A két kimeneti modul 32

csatornájából jelenleg csupán egyet használunk, ami közvetett módon, a világításvezérlési beavatkozók tápfeszültségét kapcsolja egy relén keresztül. Ekképpen biztosítható, hogy a PLC üzemszerű működése mellett is szerelhetőek legyenek az aktuátorok – akár villamos oldalon is.

### 3.4. DMX beavatkozók

Végül nézzük meg a rendszer tényleges beavatkozó elemeit, a DMX-beavatkozókat – 5. ábra. Ezek a típusú fényerőszabályozók fázishasításos elven működnek – amely működés sematikus ábrája az 5. ábra grafikonjain is követhető. [1] Előnye ennek a típusú szabályozásnak, hogy folyamatosan szabályozható, hátránya azonban, hogy visszahat a hálózatra így a hálózati feszültség tisztán szinuszos jelén felharmonikusok jelennek meg. Ezért ezek a típusú dimmerek általában néhány ampert képesek csak kapcsolni, így korlátozva a hálózati visszahatást. Esetemben ennek a néhány amperes teljesítménynek is csupán töredéke jelenik meg, mivel az izzók egyenként 5-10 W-osak – tekintettel arra, hogy a meghajtott fényforrások LED-izzók. Ez így ebben a formában egy energia- és költségtakarékos megoldás, hátulütője viszont, hogy a LED-izzók meghajtóelektronikája nem képes a teljes tartományban szabályozni. Ezért az alsó szegmensben – tapasztalataim szerint 10-15%-os teljesítmény alatt – a LED-izzó egész egyszerűen kikapcsol.



5. ábra. S1-DR típusú, 2 csatornás AC Triac Dimmer (AC100 – 250V) és a fázishasítás működése

További probléma, hogy ezen a határteljesítményen némelyik izzó látható módon vibrálva világít. Ezért az egyes csatornákhöz célszerűen egy minimumértéket is definiáltunk, amely alá a szabályozást nem engedjük menni.

## 4. Összefoglalás

Ebben a cikkben bemutatottuk azt a szabványt, és azokat a beavatkozókat, amelyen keresztül egy okosothon lehetséges világításvezérlési módszere kivitelezhető és megoldható. Bemutattuk azt az eszközt,



amely vezérlőként fog funkcionálni, illetve bemutattuk azt a tesztkörnyezetet is, amelyen keresztül a világításvezérlés működése kipróbálható, tesztelhető.

### **Irodalom**

- [1] Ferenczi, Ö. (1981). *Teljesítményszabályozó áramkörök*. Műszaki Könyvkiadó.
- [2] LovasLED Lighting. (2022. március 6). *Sínre pattintható 4 csatornás DMX Vezérlő*.  
<https://lovasled.hu/Sinre-pattinthato-4-csatornas-DMX-vezerlo>
- [3] ESTA – Entertainment Services and Technology Association. (6 March 2022). *ESTA – Technical Standards Program*.  
[https://tsp.esta.org/tsp/documents/docs/ANSI-ESTA\\_E1-11\\_2008R2018.pdf](https://tsp.esta.org/tsp/documents/docs/ANSI-ESTA_E1-11_2008R2018.pdf)
- [4] Cadena, R., O'Reilly Media, Inc., *Automated Lighting, 2nd Edition by Richard Cadena* (6 March 2022).  
[https://www.oreilly.com/library/view/automated-lighting-2nd/9780240812229/037\\_9781136085253\\_appendix\\_E.html](https://www.oreilly.com/library/view/automated-lighting-2nd/9780240812229/037_9781136085253_appendix_E.html)