

FÜGGÖNYMOZGATÓ BERENDEZÉS FEJLESZTÉSE TÁVOLI VEZÉRLÉSEL ÉS TŰZESETI AUTOMATA MŰKÖDÉSEL

DEVELOPMENT OF CURTAIN MOVING SYSTEM WITH REMOTE CONTROL AND AUTOMATIC OPERATION IN CASE OF FIRE

*Kapitány Pálma**

ABSTRACT

This article deals with the development of a curtain moving device. The previous details, such as technical objective and question of mechanical elements, have already been published. This article was created with the aim of reporting on the tested electronic solution of communication and shows the final working version. The paper talks about IR remote control, use of Wi-Fi module and implement of RF transceiver. The paper has been expanded with changes of control in case of fire.

1. BEVEZETÉS

2023-ban készült publikáció szerint igény merült fel egy 9m belmagasságú, 50x25m alapterületű csarnokban található 5db ablakhoz árnyékolás- és hangtechnikai eszköz tervezésére és kivitelezésére [1]. Az automata függöny anyagául egy 700g/m² gramsúlyú, tűzálló anyagot választottak, mely szövet speciális hangelnyelő tulajdonságokkal is rendelkezik. A függönnyel kapcsolatban megfogalmazott igények között szerepelt, hogy

- a beérkező fény mennyiségét akadályozza,
- hűtő-fűtő rendszer számára kedvező feltételeket teremtsen,
- mobilis távirányító eszközzel rendelkezzen,
- a tűzvédelmi ablakok működésekor ne akadályozza se az ablak kinyílását, se a szabad légáramlást,
- csak az épületet tartó pillérek belső oldalára szerelt dekor elemek mögötti helyet szabad használni,
- minden helyzetben esztétikai hullámformát kell tartson a függöny anyaga.

A követelmények közül a műszaki tervezésre a c) – e) pontok a mérvadók. A korábbi tervezői és fejlesztői tevékenység a gépészeti elemek tervezésére irányult, illetve jelentős mérföldkőnek számított, hogy a megfelelő teljesítményű motorok beszerzésre kerültek. A vezérlő elektronikai részek tekintetében több tesztkör is elkészült, jelen cikk ezeket részletezi.

2. IR TÁVIRÁNYÍTÓ HASZNÁLATA

A megrendelői követelmények között szerepelt, hogy a csarnokban lévő öt ablak árnyékolása külön-külön önmagában is vezérelhető legyen, illetve kézbe vehető távirányítóval történjen, azaz vezeték nélküli és mobilis megoldást kértek. A távirányítók tekintetében első és kézenfekvő megoldásnak tűnt az IR kommunikációs modulok használata. Mivel a csarnok belmagassága 9 méter és a motorhoz közeli vezérlő elhelyezése állt a tervekben, így körülbelül 10 méteres hatótávolság vált indokolttá. Az IR általános távirányítók pár méteres hatótávolsággal rendelkeznek, a cél elérése érdekében több IR adót helyezhetünk el, vagy erősebb IR LED-et. Az *1. ábrán* látható gyors prototípus távirányító rendelkezik egy főkapcsolóval, mely az egész egységet képes áramtalanítani, továbbá 4db nyomógombot, egy joystick-ot és az előlapján kivezetett IR LED-et.



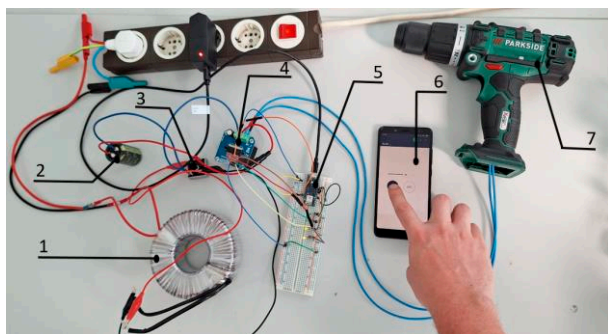
1. ábra IR kommunikációs távirányító [2]

Ezzel az távirányítóval univerzálisan minden egyes ablak esetén lehetett volna vezérelni a függönnyt, így a motorvezérlők is standardizált programmal rendelkeztek volna. A tesztek során viszont kizáró okok merültek fel az IR kommunikációs megoldással kapcsolatban, mert a vevő egységet esztétikai okoktól el kellett takarni, illetve a csarnokon belül már három különböző IR kommunikációs, nagy hatótávolságú rendszer került kiépítésre ezzel a projekttel párhuzamosan.

* egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem Robert Bosch Mechatronikai Intézeti Tanszéke

3. WI-FI HASZNÁLATA A VEZÉRLÉSBE

További lehetséges megoldás egy beépített Wi-Fi modullal rendelkező vevőegység a motorvezérlőhöz csatlakoztatva. Erre a célra, egy *ARDUINO-UNO-R4-WIFI*, később egy *WIFI-R3-MEGA*, végül pedig egy *ARDUINO NANO 33 IOT* fejlesztői platform került bevezetésre, mely a *Blink* nevű alkalmazás segítségével mind számítógépről, mind mobil eszközről lehetővé tette a vezérlést. A 2. ábrán látható teszt áramkör nyitási, illetve zárási irányt is megvalósított, továbbá sebesség vezérlést is végzett egy virtuális potenciométer használatával. A tesztáramkörben láthatunk egy *TST300* típusú toroid transzformátort, mely 230VAC feszültségből létrehozott 13VAC feszültséget, melyet egy *KBPC3501* típusú Graetz híd segítségével 16,67VDC feszültséggé alakított, melyet egy 10 000 μ F-os kondenzátor stabilizált, továbbá egy 10A-es ún. lomha típusú biztosíték gondoskodott a tartós túláram elleni védelemről. A mikrovezérlő különálló adapter segítségével üzemelt 5VDC feszültségről. A két jelszint a *BTS7960* alapú H-hídon, egy ún. nagy áramú motorvezérlő modulon találkozott, mely maximális 43A terhelésig üzembiztos. Erre a vezérlő modulra érkező engedélyező és PWM jelek segítségével irányította a motor sebességét, illetve állította a forgási irányát.



2. ábra Wi-Fi használata a vezérlésben [2]

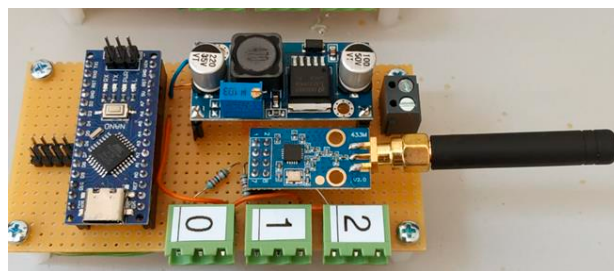
A Wi-Fi modulok használata kedvezőbb feltételeket biztosított, mint az IR kommunikáció, mivel nem igényelte a vevőegység fizikai láthatóságát, továbbá egyedi alhálózat esetén biztonsági kulccsal is védhető. A rendszer ezen verziója mégis elvetésre került, mivel a Wi-Fi modulok stabilitása hosszútávon nem bizonyult megfelelőnek.

4. RF KÖZVETÍTÉS ALKALMAZÁSA

A rádiófrekvenciás kommunikáció előnyei között szerepel a nagyobb hatótávolság, továbbá, hogy nem igényli a vevő az adó fizikai láthatóságát, és előny, hogy a megfelelő stabilitással működött. A fejlesztés során több RF adó és vevő modul is tesztelésre került kezdve az alacsony árkategóriás *RF433-JRX* modultól extra antenna nélkül, majd kétféle antennával, végül pedig a

CC1101 típusú kommunikációs modulig. Legutóbbi gyári tokozása antennával rendelkezik és mind adó, mind vevő feladatot is képes megvalósítani, attól függően, hogy hogyan lett felprogramozva.

A 3. ábrán látható az egyik motor RF kommunikációs vevőegysége egyedi próbapanelen, mely egy Arduino Nano fejlesztői platformot is tartalmaz, továbbá egy *LM2596S* típusú DC-DC konvertert, nem utolsósorban pedig csatlakozási lehetőségeket is biztosít tápvezetékek, a szenzorok és a H-híd számára. A próbapanel alsó oldalán, mely az ábrán már nem látható, egy egyedi céláramkör lett forrasztva.



3. ábra RF kommunikációs modul integrálása

A *CC1101* típusú adó-vevő modul messze felülhaladta a korábban tesztelt RF transzmitterek hatótávolságát és a csarnokon belül is stabilan működött akár a legtávolabbi pontról is. Minden egyes ablaknál elhelyezésre került egy motor, és a hozzá tartozó, egyedi programozott vevő- és vezérlő egység.

A képen látható 0, 1 és 2 jelű csatlakozók a három szenzor csatlakozását teszik lehetővé. Ezek közül a 0 jelű szenzor a tűz esetén nyíló ablakra szerelt Reed-relé, melyről magas jelszint érkezik mindaddig, míg az ablak nyitni nem kezd. Akkor a programkód a megszakítás kezelő rutinhoz ugrik és a függőnyt a megfelelő sebességgel nyitja ki, mielőtt az ablakkal ütközés történne. Az 1, illetve 2 jelű szenzorok *Tracon LS7166* típusú végállás érzékelők, melyekről alaphelyzetben alacsony jelszint érkezik a vezérlő számára. Ha a függőny valamelyik végállás helyzetet eléri, akkor a vezérlő megállítja a függőnyt és csak ellentétes irányú motor mozgatást engedélyez.

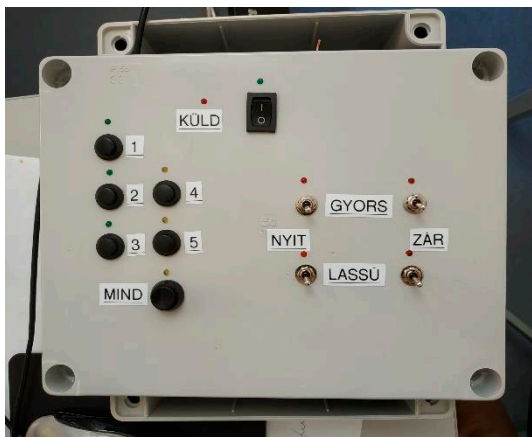
A *LM2596S* típusú DC-DC konverter a tápegység felől érkező 16,67V egyenfeszültséget az Arduino Nano számára kedvező 7...12 V-os szintre csökkenti és kondenzátorok segítségével tartja fent. Továbbá a kép bal oldalán látható nyolcas túsor egy szalagkábel segítségével a H-híddal való csatlakozást teszi lehetővé, ezen keresztül GND, VCC, engedélyező lábak és PWM kimeneti pinek csatlakoznak a *BTS7960* alapú H-híd nagyáramú motorvezérlő modulhoz.

A *CC1101* típusú RF modul szintén nyolc lábkiegészítéssel rendelkezik, melyek a következők: GND, 3,3V, SCK, MOSI, MISO, GD02, CSN és GD00. Az adó vagy vevő jellegű működése előre definiálható a megfelelő függvénykönyvtárral és utasításokkal.

A 4. ábrán látható felhasználói kezelő felület 6db nyomógombbal és 4db kapcsolóval rendelkezik, illetve egy főkapcsolóval, mely teljesen képes áramtalanítani a távirányítót.

A kapcsolók segítségével kiválaszthatjuk a kívánt irányt és sebességet, illetve a megfelelő nyomógombbal az adott ablak függönyét. Amíg a nyomógomb nyomás alatt áll, addig a távirányító jelet küld, erről egy LED is visszajelzést ad a felhasználó számára. Amint megszűnik a nyomógomb nyomása a küldési folyamat leáll. A kapcsolóknál egymást kizáró okok esetén, pl: mindkét irány bekapcsolása, vagy mindkét sebesség választása, a távirányító úgy lett programozva, hogy ne küldjön vezérlő jelet. A nyomógombok esetén kizárólagos működést a MIND feliratú gombra programoztam. Tehát a sorszámozott gombok közül egyszerre több is működtethető, így a küldés parancs egymás után újra és újra mindkét ablaknak megtörténik, vagy, hogyha a MIND nyomógombot működtetjük, akkor az összes vevő- és vezérlő egység magára vonatkozóan végrehajtja az utasítást.

Ha bármilyen ok miatt a távirányító nem küld vezérlő jelet, akkor a függönyök nem mozognak. Illetve tűzhelyzet esetén, amikor az ablak nyílását érzékelő szenzorok működésbe lépnek, akkor bármilyen jel is érkezik a távirányító felől, a vevő figyelmen kívül hagyja és a tűzeseti protokoll szerint addig mozgatja a függönnyt, míg a teljesen nyitott végállásra fut, ekkor megállítja és újraindításra vár.



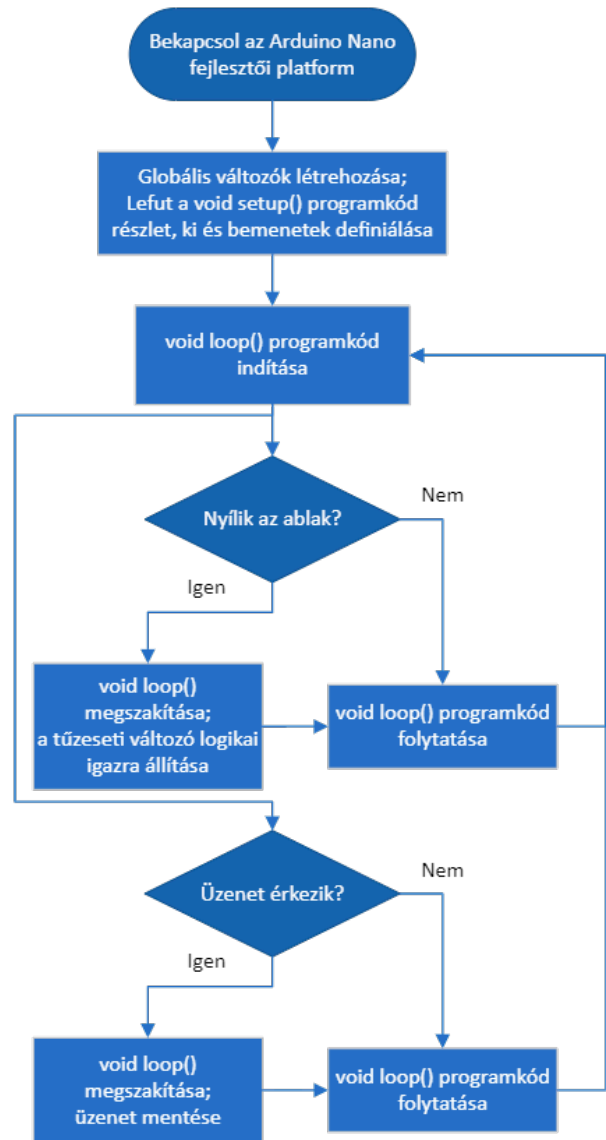
4. ábra Prototípus távirányító kezelőfelülete

A tesztek során egy további potenciométer is beépítésre került a távirányítóhoz, mely azt a lehetőséget biztosította, hogy egyedi sebesség értékekkel is kipróbálható legyen egy vizsgált függöny mozgatása. A potenciométer SIGNAL csatornáját egy analóg lábón való olvasással és megfelelő skálázással konvertálhatóvá vált PWM jellé.

Továbbá a sebesség beállító kapcsolók mellett pedig megjelent egy harmadik kapcsoló, amely a potenciométer használatát jelezte a távirányítóba épített mikrovezérlő számára. Az adó oldali egyedi próbapanel

hasonló elemekből épült fel, mint a vevő oldali próbapanel, tartalmaz egy Arduino Nano fejlesztői platformot, egy CC1101 típusú RF kommunikációs modult és egy feszültségforrást. A nyomógombok és kapcsolók szintén erre a próbapanelre lettek csatlakoztatva a főkapcsolóval együtt. Mindezek pedig egy szigetelt villamos dobozban lettek elhelyezve és rögzítve. Ez egy prototípus távirányító, melyben a hordozható akkumulátor újratölthető, illetve cserélhető.

Az 5. ábrán látható a vevő oldali mikrovezérlő működésének folyamatábrája. A bekapcsolást követően globális változók, illetve a ki- és bemenetek definiálása történik. Ezt követően a loop() programrészlet párhuzamosan kettő megszakításkezelő van aktíválva: egy tűzeseti és egy kommunikációs. Mindkét megszakítás esetén a programolvasó megáll, végrehajtja a megszakításkezelő rutin parancsait, majd visszaáll a loop() kódsor legutoljára végrehajtott utasításához és onnan folytatja a műveleteket.



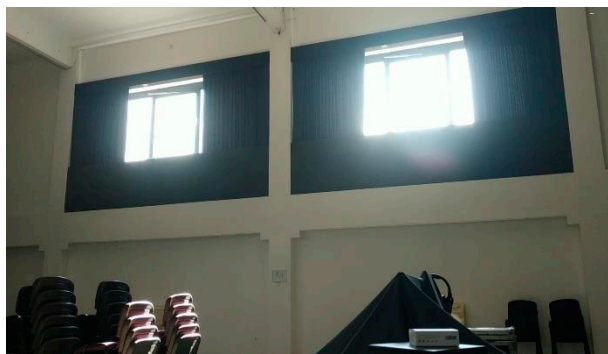
5. ábra Vevő oldali mikrovezérlő folyamatábrája

A *loop()* programkód két fő részből áll, az egyik az RF kommunikációs csatornán vett üzenetet dolgozza fel, míg a másik rész egymásba ágyazott *if()* feltételek vizsgálatával végzi a motorvezérlő H-hídra kiadott engedélyező és PWM lábak beállítását.

A távirányító üzenetküldése és a vevő üzenetfogadása 0...255 közötti értékkel történik. Egy függöny vezérlésére egy 40 széles tartomány adott. Például a 4-es számú ablak esetén a vett kód abban az esetben bír információ értékkel, ha 120 és 161, vagy 200 és 240 közé esik. Az előbbi esetben csak a 4-es függönnyt vezérik a távirányítóval, míg utóbbi esetben a MIND gomb került megnyomásra, tehát minden függönnynek mozognia kell. Minkét esetben a 40 széles tartomány további két 20 szélesre oszlik, és a sebességet pedig a tartományon belül lineárisan programoztam. Például egy „128” értékű üzenet esetén a 4-es ablaknak nyitási irányban kell mozognia és 40%os sebességgel, tehát a PWM érték 102 lesz. Egy másik esetben kapott „154” érték esetén zárási irányban a 4-es ablak üzemel, és 70%os sebességgel, tehát a PWM értéke 179 lesz.

Abban az esetben, hogyha a vevő egységek pl „224” üzenetet kapnak, akkor minden vezérlő zárási irányban működteti a függönnyt és a sebesség 20%, tehát a PWM érték mindnél egyformán 51 lesz. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy a vevő egységek bár mindenki üzenetét hallják, mégis csak abban az esetben mozgatják a saját függönyüket, ha csak neki szóltak, vagy mindenkinek.

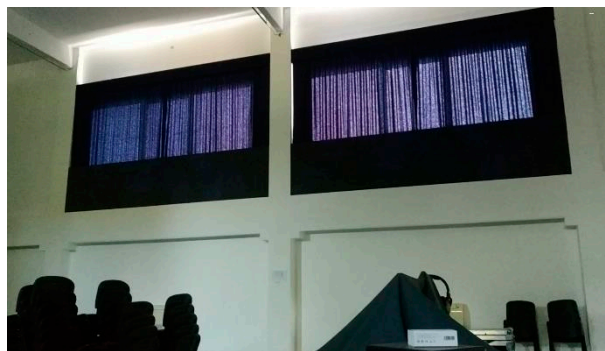
Egy üzenet vételét és értelmezését követően a megfelelő mozgatás mindaddig történik, míg újra és újra ilyen üzenet kap a vevő. Amennyiben megszűnik a számára informatív üzenet, akkor a H-hídra aktív fék esetét állítja be. Az egymásba ágyazott *if()* feltételek azt vizsgálják a forgási irány, illetve a sebesség beállításán túl, hogy a tüzeseti változó nem-e aktív, vagy, hogy a végállásra futás megtörtént-e. Tűz esetén a leggyorsabb nyitás kerül végrehajtásra teljes nyitott állapotig. Végállásra futás esetén pedig csak ellentétes irányú mozgatás történhet.



6. ábra Napsütés közben működő függöny

A 6. ábrán látható az elkészült automata függöny a 4-es és 5-ös ablakokon, amint napfényes időben záródnak.

Ablakonként rendelkezésre állt egy 3x1,5mm² szigetelt fali kábel, melyek a villamos szekrényben jobb, illetve bal oldalon közös C16 típusú kismegszakítóra kerültek. A motor DC oldali áramfelvétele általában 4-6A, míg indításkori csúcáram közel 30A is lehet. Az AC oldali biztosítékokat nem mi méreteztük, adottak voltak, a célra megfelelők. A 7. ábrán a függönyök teljesen zárt állapota figyelhető meg. Továbbá, hogy a megrendelői követelmények között szereplő esztétikai paramétereket is sikerült teljesíteni, így átvételre került az automata függönnyozgató rendszer.



7. ábra Napsütéskor bezárt függöny

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Ez a cikk egy automata függöny tervezésével és fejlesztésével foglalkozott. Korábban publikált gépészeti tervezést követően, most az elektronikai fejlesztésekről, azon belül pedig a kommunikáció lehetőségeket tárta fel, továbbá a megvalósított végső verziót részletezte. Tesztelésre kerültek IR távirányítás, Wi-Fi távoli vezérlés és RF kommunikációs modulok is. Végül az RF modulok közül a CC1101 típusú 433MHz-es eszköz került beépítésre.

6. SUMMARY

This article dealt with the design and development of automatic curtains. After a previously published mechanical engineering design, it now explored the electronic developments, including the possibilities of communication, and detailt the implemented final version. IR remote control, Wi-Fi remote control and RF communication modules were also tested. Finally, among the RF modules, the CC1101 type 433MHz device was installed

7. IRODALOM

- [1] KAPITÁNY P.: *Design and Build Prototype of Automatic Curtain Moving System*, Design of Machines and Structures, Vol. 12, No. 2 (2022), pp. 78–86., <https://doi.org/10.32972/dms.2022.017>
- [2] KECZÁN T.: *Függönnyozgató rendszerhez történő vezérlés fejlesztése*, szakdolgozat, Miskolci Egyetem, 2024