Arduino robotok felhasználási lehetőségei

Győri László

Óbudai Egyetem, gylaci3@gmail.com

Abstract: Tanulmányomban szeretném bemutatni, hogy mi is az Arduino és hogy hol és milyen módon lehet ezeket a mikrovezérlőket felhasználni. Az eredeti Arduino egy olasz gyártmányú nyílt forráskódú szoftver és hardver, amit főként oktatás céljából gyártottak, de nagyon sok otthoni projektben, okos otthonok kialakításában és IOT eszközökben is megtalálható. Minden Arduino áramkörnek leglényegesebb alkatrésze a mikrovezérlő, amiben processzor, memória és számos más periféria található meg. Az Arduino IDE egy Java alapú fejlesztőkörnyezet, aminek a programozási nyelve C, C++ áll legközelebb. Az IDE segítségével vagyunk képesek tesztelni, készíteni és feltölteni az Arduino programokat. Az otthoni projektemen keresztül bemutatom, hogy milyen módon képes két mikrovezérlő egymással vezeték nélküli kapcsolaton kommunikálni és H-híd segítségével DC motorok hajtására. Robotom és kontrollerem főbb alkatrészei, egy-egy Arduino Uno és Nano, egy L298N Dual H-Bridge H-híd és két nRF24L01+ modul, ami a vezeték nélküli kommunikációt biztosítja. Az Uno a világon legismertebb mikrovezérlő, aminek a miniatürizált változata a Nano, aminek méretét leszámítva prospektus adata teljesen megegyezik az Uno prospektus adatával. A L298N Dual H-Bridge az egyik legismertebb és legtöbbet használt motormeghajtó áramkör, ami a PWM és H-hidas DC motor vezérlést kombinálva képes több áttétes DC motorok hajtására. A nRF24L01+ modul felelős a vezeték nélküli kommunikációra, amit 2,4Ghz-es sáv és SPI busz segítségével valósít meg.

Arduino

Az eredeti Arduino szoftvert és hardvert az olasz Interaction Design Institute Ivrea (IDII) gyártotta. Maga az Arduino nyílt forrású fejlesztőplatform, amit a világon széleskörben használnak fel különböző célokra. Oktatási célból hozták létre, de otthoni projektekre és kisebb automatizálási feladatokra is felhasználható. Maga az Arduino platformnak részét képezi az áramköri lap és a szoftveres környezet.

Arduino áramkör

Minden egyes Arduino áramkörnek a mikrovezérlő a leglényegesebb alkatrésze. Ebben megtalálható processzor, memória és számos más perifériák, mint például az időzítő áramkörök, analóg és digitális ki- és bemenetek. A mikrovezérlők sokkal kisebb számítási sebességgel bírnak, mint egy átlagos számítógép, cserébe sokkal kisebb a fogyasztása és méretük. A mikroprocesszor a rendelkezésére álló erőforrásokat képes valós-idejű feladatok ellátására biztosítani, mivel nem fut rajtuk operációs rendszer.

Arduino IDE (Integrated Developmnet Environment)

Az Arduino IDE Java nyelven írt fejlesztőkörnyezet. A programozási nyelve legjobban a C, C++ programozási nyelvekhez hasonlít. Ebben a környezetben készíthetjük, tesztelhetjük az Arduino programokat, amit ezek után feltölthetjük a kiválasztott mikrovezérlőnkre. Az IDE fontosabb része a szövegszerkesztő, Soros monitor és Soros plotter, amin keresztül láthatjuk az Arduinonak küldött és Arduinotól kapott jeleket. A szoftveres környezet tanulását a sablonprogramok és a lecsupaszított integrált környezet is nagyban megkönnyíti.

Arduino felhasználási lehetőségei

Ahogy feljebb is írtam maga az Arduinot oktatási célokból hozták létre. De az otthoni projektek nagy többsége is Arduinora épít, mint ahogy az én projektemnek is a mikrovezérlője két Arduino. Egyre nagyobb szerepet vállal az okosotthonok kialakításában, sok-sok IOT eszköz alapjait képezi. Ipari környezetben is megtalálható, főleg szállítórobotoknak, beléptető rendszerek és érzékelők mikrovezérlőjeként használják.

Projektem bemutatása

A projektem lényege, hogy bemutassa a H-hidak működését, vezetéknélküli kommunikációt két Arduino között és ezeknek a mikrovezérlőinek működését. A projektemben szereplő robotnak része egy Arduino UnoR3 mikrokontroller, egy L298N-MOD kettős teljes H-híd, amit a motor meghajtásának szabályzására használok, egy nRF24L01+PA+LNA, ami a vezetéknélküli adatátvitelben segít a szállító robot és a kontroller között és egy 9V-os elem, ami az Arduinot és a H-hidat táplálja. Maga a robot 2WD ROBO CAR CHASSIS SET felhasználásával készítettem el, ennek a tartalma egy autó alváz, kettő motor, két kerék, négy rögzítő elem, egy 9V-os elem, ami a két motort fogja meghajtani. A kontroller tartalmaz egy Arduino Nano mikrokontrollert, egy CJOY-XYSW joystick modult és egy nRF24L01+PA+LNA, ami a vezetéknélküli adatátvitelben segít a szállító robot és a kontroller között.

Arduino Uno:

Az Arduino Uno az egyik legismertebb, legtöbbet használt mikrovezérlő a világon.

Uno leglényegesebb tulajdonságai:

Mikrokontroller:	ATmega328

Architektúra:	8 bites
Órajel:	16 MHz
EEPROM (csak olvasható memória):	1 KB
SRAM (változók tárolására):	2 KB
Flash memória (programot tároló ROM):	32 KB
Uno kimenetek/bemenetek:	0-13 digitális
	A0-A5 analóg
5V-os kimeneten maximális áram:	20 mA
3,3V-os kimeneten maximális áram:	50 mA

Arduino Nano:

A népszerű Arduino Uno miniatürizált verziója az Arduino Nano. A Nano méretét leszámítva majdnem megegyezik az Unoval, egyetlen különbsége, hogy a Nanot csak USBn keresztül lehet rá tápot kapcsolni.

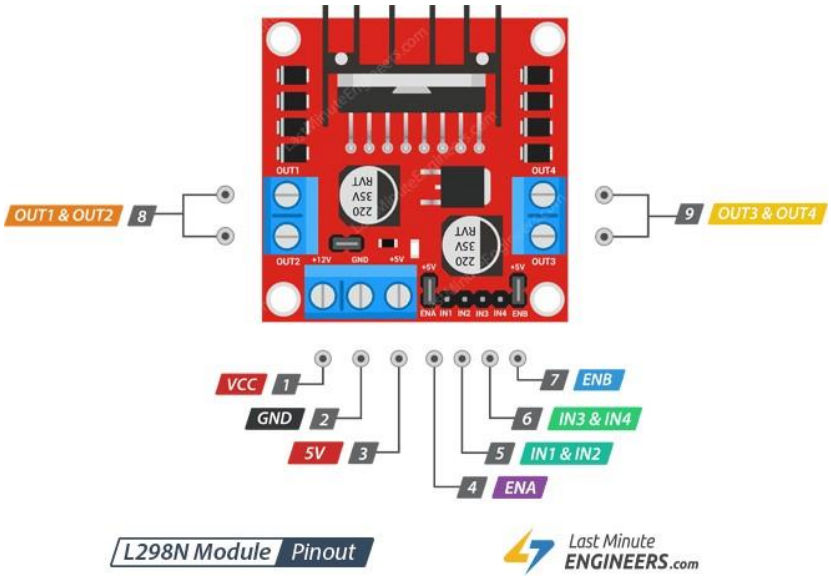
Nano leglényegesebb tulajdonságai:

Mikrokontroller:	ATmega328
Architektúra:	8 bites
Órajel:	16 MHz
EEPROM (csak olvasható memória):	1 KB
SRAM (változók tárolására):	2 KB
Flash memória (programot tároló ROM):	32 KB
Nano kimenetek/bemenetek:	0-13 digitális
	A0-A5 analóg
5V-os kimeneten maximális áram:	20 mA

3,3V-os kimeneten maximális áram:	50 mA

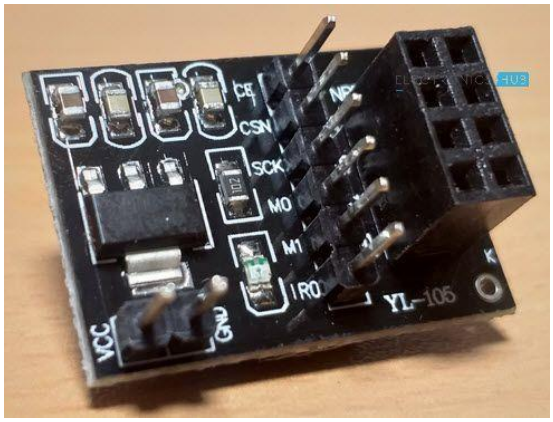
L298N Dual H-Bridge

A L298N Dual H-Bridge az egyik leggyakrabban használt motormeghajtó áramkör. Az integrált áramkör segítségével képesek vagyunk egyszerűen egymástól független két, legfeljebb 2A-es motort vezérelni mindkét irányba. Ideális PWM vezérlésekhez és alkalmas mikrokontrollerekhez való csatlakoztatáshoz. A modul rendelkezik beépített +5V szabályozóval, védő diódákkal és teljesítmény LED jelzőkkel. A H-híd rendelkezik hat logikai bemenettel, egy +5V-os tápbemenettel, ami kimenetként is képes üzemelni, egy földcsatlakozóval, egy +12V-os tápbemenettel és két-két kimenettel, amivel a két motort vezérelhető.



1. ábra L298n H-Híd csatlakozói
https://lastminuteengineers.com/l298n-dc-stepper-driver-arduino-tutorial/

YL-105 illesztőmodul



2. ábra YL-105-ös illesztőmodul
https://www.electronicshub.org/nrf24l01-transceiver-module/

Ez az illesztőmodul feladata, hogy megoldja a 3.3V/5V illesztési problémát azáltal, hogy maga ez az illesztőmodul oldja meg az 5V-ról, a 3.3V-ra konverziót és nem az Arduino, ami nem miden változata képes ezt rendese elvégezni. Ezen felül a táp is külön kerül bevezetésre, ami segítséget nyújthat a nRF24L01-es modul egyik akkut problémájára, hogy adott működési módok esetén nem kap elég áramot. A konverziót a modul egy AMS1117-3.3 IC-vel végzi.

nRF24L01+ modul

Sok helyen KY-067 néven ismert kommunikációs modul a Nordic Semiconductor nRF24L01 IC-jére épül, mely ultra alacsony fogyasztású 2 Mbps RF adóvevő IC, a 2,4 GHz-es ISM sávban forgalmaz. A modul az IC-t integráló panelon kívül egy LNA-t, teljesítményerősítőt (PA) és egy antennát is tartalmaz, ezáltal akár 1 km-nél is nagyobb távolságra alkalmazható. A modulok az Arduino felől SPI kommunikációval érhetők el. A modul képes 6 másikkal modullal kapcsolatot tartani egyidejűleg. 1 vagy 2Mbps adatátviteli sebesség is képes, Enhanced ShockBurst hardver-protokoll-gyorsító is bele van építve ebbe a modulba, mely támogatja a nagysebességű SPI interfészt az alkalmazásvezérlő számára és 125 RF csatorna (2400-2525 Mhz ISM, csatornánkként 1 MHz) közül lehet választani. A modulnak a tápfeszültség 1,9-3,6 V.



4. ábra nRF24L01+PA+LNA modul

Forrás: *https://dronebotworkshop.com/nrf24l01-wireless-joystick/*

Modulok csatlakozása Arduinokhoz és csatlakozóik működése

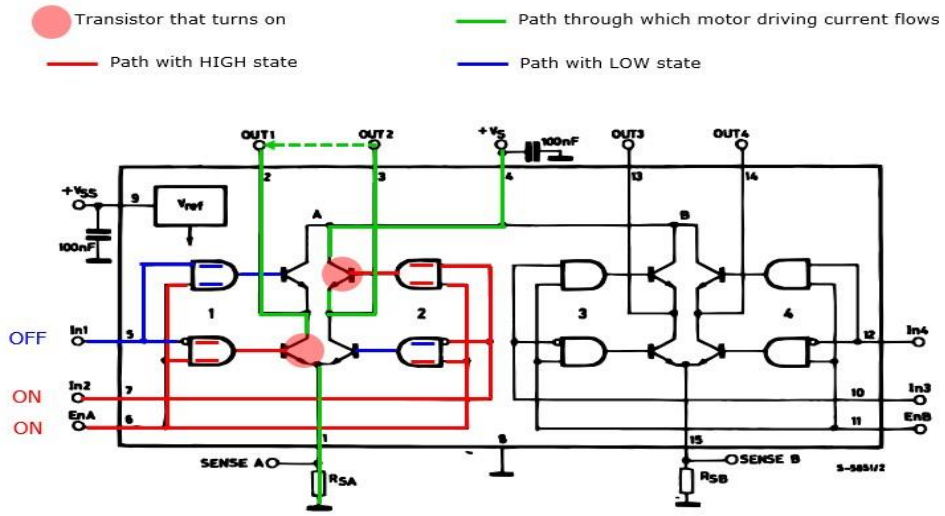
L298N Dual H-Bridge

Csatlakozása Arduino Unohoz

A H-hídnak a földje az Arduinonak a földjéhez kapcsolódik, a +5V-os bemenete pedig az Arduinonka a +5V-os kimenetéhez kapcsolódik. Az Arduinonak a 2-es digitális csatlakozóján keresztül kapcsolódik a H-híd Ena A digitális bemenet, az In 1es bemenet a 3-as digitális kimenetre van csatlakoztatva, In 2-es bementen pedig 4-es digitális kimenet csatlakozik, ezekkel a logikai bemenetekkel van szabályozva a bal motort. Továbbá In 3-as bemenet az Arduino 5-ös digitális csatlakozóján keresztül kapcsolódik, míg az In 4-es bemenet 6-os digitális kimenetre van rákötve és legvégül az Ena B bemenet pedig a 7-es digitális csatlakozón keresztül van rákötve az Arduinora.

Csatlakozók működése

Az E A és Ena B bementek teszik lehetővé, hogy használjuk a megfelelő oldali motort és annak sebességének változtatására képesek legyünk. Ha a jumper az Ena A-n vagy Ena B-n használva van akkor a motor a maximális sebességgel működik. Ha eltávolítjuk a jumpert erről a két bementről, akkor szabályozhatjuk a motort sebességét. Ha leföldeljük ezeket a csatlakozókat akkor a motor le lesz tiltva. Az In 1 és In 2 bemenetek az bal oldali motor forgásirányáért felelős bementek, míg az In 3 és In 4 a jobb oldali motoré.



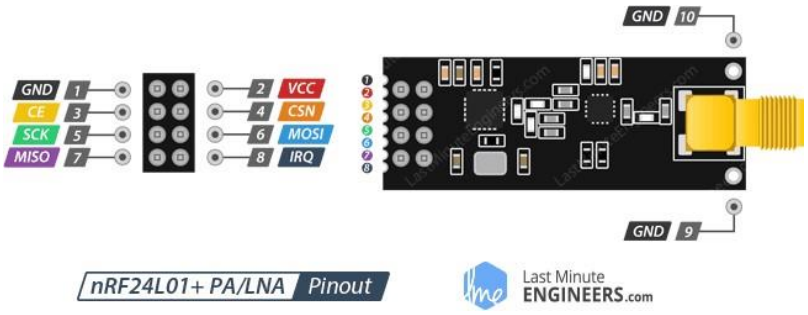
4. ábra L298N H-Híd blokk diagrammja https://www.sharetechnote.com/html/Electronics_H_Bridge_L298.html

nRF24L01+ modul

Csatlakozása Arduino Unohoz és Nanohoz

A modulok a YL-105 illesztőmodulhoz csatlakoznak, de mivel ennek az illesztőmodulnak ugyan azok a ki-meg bemenetelei, ezért egybe veszem ezt a két modult. A modulnak a földje a Nanonak és az Unonak is a földjére csatlakozik. A +3,3V-os kimenetét kell használni, mind a két mikrokontrollernek, viszont a záró dolgozatomban használom a YL-105 illesztőmodulhoz, amire +5V-ot kell kapcsolni, ezért a mikrokontrollerek +5V-os kimenetére kötöm rá. A modul összes csatlakozófelülete megegyezik az Arduino

Nanonál és az Unonál is. A modul CE csatlakozóját 8-as digitális kimenethez kapcsolódik, a CSN csatlakozóját pedig a 9-es digitális kimenetre van rákötve. A SCK, MOSI és MISO kimeneteket kötelezően a 13as, 11-es és 12-es digitális kimenetre kell kapcsolni, így működik rendeltetés szerűén, mint SPI felület (különben nem működik az adatátvitel, vagy nem rendeltetés szerűén működik). Az IRQ egy opcionális csatlakozó, amit sok eseteben nem kell felhasználni, ezért a robot és a kontroller sem fogja.



5. ábra nRF24L01+PA+LNA modul csatlakozói
https://www.ob121.com/doku.php?id=hu:arduino:nrf24

Csatlakozóinak működése

1.	Ground	Föld
2.	Vcc (Power)	Tápfeszültség
3.	CE (Chip Enable)	SPI kommunikáció engedélyezése
4.	CSN (Ship Select Not)	A bemenetet HI-ra kell állítani, különben tiltja az SPI kommunikációt
5.	SCK (Serial Clock)	Az SPI-hez szükséges órajel
6.	MOSI (Master Out Slave In)	Adatok fogadására szolgáló csatlakozó
7.	MISO (Master In Slave Out)	Adatok küldésére szolgáló csatlakozó

8.	IRQ (Interrupt)	Interrupt csatlakozó, "LO" aktív

Forrás: https://www.ob121.com/doku.php?id=hu:arduino:nrf24

Vezetéknélküli kommunikáció

Az 1880-as évek vége óta vezeték nélkül küldünk információkat, Thomas Edison elektromágneses indukciós rendszert használt, hogy távírójeleket küldjön egy mozgó vonatról a pálya melletti vezetékekre. A vezeték nélküli eszközök életünk részét képezik, és a legtöbbjük az alábbi módszerek valamelyikével működik:

A jeleket infravörös fénysugarakon küldik

A jeleket rádióhullámok segítségével küldik

A rádióhullámok számos előnnyel rendelkeznek az infravörös fénysugárral szemben, a legnyilvánvalóbb az, hogy a rádióhullámok (egy bizonyos fokig) áthaladnak a falakon és a legtöbb egyéb akadályon.

2,4 GHz-es sáv

A 2,4 GHz-es Ipari, Tudományos és Orvosi (ISM) sáv az engedély nélküli, kis fogyasztású eszközök számára van fenntartva, és ezt kihasználva lehetővé teszi a táv vezérelt Arduino eszközök készítését. Természetesen számos otthonunkban megtalálható eszköz is felhasználja ezt, mint például vezeték nélküli útválasztók, vezeték nélküli telefonok, Bluetooth modulok és egyéb vezeték nélküli eszközök. Az ISM sáv 2.400.0 GHz-től 2.483.5 GHz-ig fut, és annak érdekében, hogy ne okozzanak egymásnak interferenciát a vezeték nélküli eszközök, csatornákra bontják. Bár 14 csatorna áll rendelkezésre, nem mindegyik legális minden területen.

SPI busz

Az nRF24L01 a soros perifériás interfészen vagy az SPI-buszon keresztül kommunikál. Ez egy szabványos busz, amelyet főleg mikrokontrollerek és mikroszámítógépek használnak, mint például az Arduino és a Raspberry Pi. Az SPI-busz a Master és a Slave koncepcióját használja, a legtöbbször a mikrokontroller vagy mikroszámítógép a master, az nRF24L01 pedig a slave. Az I2C busszal ellentétben az SPI buszon korlátozott a slave-ek száma, az Arduino Uno-n maximum két SPI slave használható. Az SPI busz egy

kétirányú busz, ami azt jelenti, hogy a master és a slave egyidejűleg tud küldeni és fogadni, azonban az nRF24L01-hez használt könyvtár ezt nem teszi lehetővé. Minden slave eszközt a masternek kell kiválasztania ahhoz, hogy kommunikálni tudjon, viszont egyszerre csak egy slave kommunikálhat.

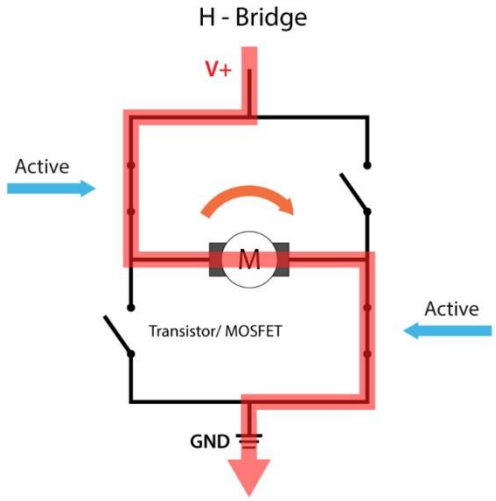
DC motor vezérlése H-híd használatával

PWM DC motor vezérlés

A PWM (Pulse Width Modulation) vagy másképp nevezve impulzus szélesség moduláció olyan technika, aminek lényege, hogy az elektromos eszközökön átfolyó feszültségének átlagértékét gyors ki- és bekapcsolással szabályozza. Az átlagos feszültség függ a működési ciklustól (Duty Cycle), vagy attól az időtartamtól, ameddig a jel be van kapcsolva, szemben a jel kikapcsolásával egy periódus alatt. Tehát a motor méretétől függően egyszerűen csatlakoztathatjuk az Arduino PWM kimenetét egy tranzisztor bázisára vagy egy MOSFET kapu lábára ezzel biztosítva azt, hogy a kapcsolás gyors idejű lefutását, valamint, hogy a PWM jel a tranzisztor vagy MOSFET kapuján keresztül be és ki kapcsolja a motor hajtását.

H-hidas DC motor vezérlés

A forgásirány szabályozásához csak a motoron át vezetett áram irányát kell megváltoztatnunk, és erre a H-híd használata a legalkalmasabb. A H-hídáramkör négy kapcsolóelemet, tranzisztort vagy MOSFET-et tartalmaz. Ha két külön kapcsolót aktiválunk egyszerre, megváltoztathatjuk az áram irányát, ezáltal megváltoztathatjuk a motor forgási irányát is.



6. ábra H-híd működése
https://hobbielektronikabolt.blogspot.com/2017/12/DC-motor-L298N-PWM.html

Továbbfejlesztési lehetőségek

A szállító robotot nagyon sok féle képen lehetne fejleszteni, mint például másfajta anyagok és modulok felhasználásával. A legelső lépés, amin fejleszteni lehetne, az maga a robotnak az alváza és a hozzá tartozó alkatrészek, mint például az elemtartó és a motorok vázhoz illesztésére szolgáló alkatrészek, csavarok. Az alváz maga nagyon moduláris tud lenni, viszont sokszor ehhez saját magunknak kell alakítgatni az akril vázat, ami emiatt el is tud törni. A motor tartó alkatrészek képtelenek teljesen egyhelyben tartani a motorokat külső beavatkozás vagy segítség nélkül, ami miatt a motor könnyen kilazulhat. Ezek a problémák orvosolhatóak lehetnének jobb, strapa bíróbb anyagok használatával. Az elemtartó, ami az alváz szetthez járt képtelen meghajtani a motorokat, mivel a H-hídnak nem elegendő a 6V, ezért ezt ki kell cserélni egy vagy kettő 9V-os elemre. A másik terület, ahol fejleszteni lehetne a projektet az maga a robotnak a vezérlése. Ha a robotnak vezetéknélküli kommunikációs modulja helyett egy Bluetoothos modult használna, akkor a robotot képesek lennénk telefonról irányítani, ezzel feleslegessé téve a kontroller használatát. Viszont ennek annyi lenne a hátránya, hogy sokkal kisebb lesz a Bluetooth miatt a hatótávja. Vagy magát a kézi irántást lehetne teljesen lecserélni önműködő irántásra, másnéven automatizálni lehet a robotot. Ezt azzal lehetne elérni, ha a robot képes lenne megállapítani saját pozícióját egy házban vagy egy irodában GPS koordináták vagy QR kódok, vonalkódok segítségével. GPS koordináták köszönhetően akár a csomagot is képes lenne kiszállítani egy megadott helyre, épülethez. A hajtott kerekek számát is

meglehetne növelni kettőről négyre, ezzel is segítve a tapadást és a hordozható súly növelésest. A robot elemeik élettartalmát is lehet fejleszteni. Egyik jó módja ennek, ha a 9V-os elemek helyett tölthető akkumulátorokat használna a robot, ezzel is csökkentve a annak fenntartási költségét és növelné egy töltés alatti megtehető távolságát. Egyértelműen lenne hátránya, mint például sokkal több helyet foglalna az alvázon, mint egy 9V-os elem és nem kevés plusz súllyal járna ezeknek az akkumulátoroknak felszerelése.

Összefoglalás

Ebben a pár oldalban szerettem volna bemutatni a projektmunkámon keresztül, hogy mi is maga az Arduino és hogy mennyi mindere fel lehet használni ezeket a mikrovezérlőket. Az elkészítés során több akadállyal is találkoztam. Az egyik ilyen akadály az maga az alváz szetthez járó elemtartó volt. Ez az elemtartó 6V-os feszültség leadására képes, ami nem elég a motorok meghajtására. Ezt szinte egy weboldalon, videóban sem magyarázták, ezért a projekt befejezése több hetet csúszott. De további kutakodással és a ismerősöktől kapott segítséggel sikerült orvosolni ezt a problémát. Megnehezítette a dolgomat az is, hogy nagyon kevés weboldal, videó foglalkozik a robotomhoz hasonló projektekkel és ezeken a dokumentációja is elég hiányosak. Ezeknek az akadályoknak leküzdése után szerencsére több nagyobb akadályba nem ütköztem, úgyhogy kicsit elhúzódva, de sikerült elkészítenem a robotot és távirányítóját.

Irodalomjegyzék

[1] Handsontec: https://www.handsontec.com/dataspecs/L298N%20Motor%20Driver.pdf

[2] Vámos Sándor: https://www.ob121.com/doku.php?id=hu:arduino:nrf24#nrf24l01_alapmodul_illesztomodu, 2022

[3] Dronbotworkshop: https://dronebotworkshop.com/nrf24l01-wireless-joystick/, 2018

[4] Roboworld Hobbielektronika: https://hobbielektronikabolt.blogspot.com/2017/12/DC-motor-L298N-PWM.html, 2018

[5] Makan Gergely, Somogyi Anikó, Dr.Mingesz Róbert, Mellár János: https://www.inf.u-szeged.hu/~makan/tananyagok/elektronikai-alapok-programozoknak/az-arduino-bemutatasa/

[6] Last Minute Engineers: https://lastminuteengineers.com/l298n-dc-stepper-driver-arduino-tutorial/

[7] Electronics Hub: https://www.electronicshub.org/nrf24l01-transceiver-module/, 2018