



MISKOLCI
EGYETEM
UNIVERSITY OF MISKOLC



Gömb robot

Digitális rendszerek komplex tervezése

Dankó Zoltán

OK5FUT

Miskolc, 2021

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
Az ötlet	3
Mire is jó ez?	3
Akinek ajánlanám...	4
Azért választottam, mert...	4
Használt programok	4
Altium Designer	4
LT Spice	4
A gömb.....	5
Burkolata	5
Fizikai háttere	6
Elektronika	7
Mikrovezérlő	7
A nyák	7
Töltés	8
Ki és be kapcsolása	9
Motor meghajtás	10
Programozási nyelv	10
Python vagy c nyelv...	10

Bevezetés

Az ötlet

A választott projektem egy gömbrobot tervezése. Az ötlet egy filmből jött, ahol ezt láttam és érdekelt a megvalósítása, hogy hogyan is lehetne ezt megcsinálni a való életben. A film a Star Wars és annak is az első Disney által gyártott része, ami a 7. és az Ébredő erő nevet kapta. Ebben látható egy BB-8 nevezetű kis robot, aki a különböző feladatok megoldásában segít a karaktereknek. Számos képessége van, amelyeket meg is mutat a filmbe.

Továbbá látható még a tetején egy úgynevezett „fej” rész, ami értelemszerűen nem egy fej, csak szenzorok és más tartozékok találhatók rajta. Ez a része képes külön mozogni, képes lézerrel vágni, be szkennel dolgokat és még vetítésre is képes. Személy szerint nem voltam ennyire elragaszkodva, csak magával a testtel foglalkoztam.

Konkrétan én érdekesnek találtam már csak magát a mozgását is, ugyan is gondoljuk csak bele, hogyan is lehetnénk képesek arra, hogy egy gömböt megmozdítsunk anélkül, hogy fizikai kontaktusba lépnénk vele. Engem felcsigázott és ötletelésre késztetett. Mind emellett meg kellett oldanom a töltést és a ki/be kapcsolást. De nem kilógó vezetékekkel, vagy kapcsolókkal és azt se akartam, hogy minden feltöltésnél szét kelljen bontani a gömböt. Arra törekedtem, hogy önállóan képes legyen a mozgásokra, töltésre és akár a ki és bekapcsolásra, méghozzá úgy, hogy minél kevesebb legyen az energiafelhasználás.



1. BB-8



2. Egy korábbi gömb robot

Mire is jó ez?

Kialakításából adódóan egyszerűbb feladatok ellátásában lenne szerepe. Simább területek tud bejárni, automatizálva vagy távvezérléssel. Akár egy pláza bejárását lehet végrehajtani vele, akár katonai akció során egy beaknázott területet járhat végig így emberi életet mentve. Különböző szenzorokkal lehet „felvértetni”, melyek plusz információkat adhatnak nekünk. Így felismerve akár mérgesgázokat, radioaktív sugárzásokat, de akár még kamerával felszerelve vizuális képet is kaphatunk. Még azt is meg lehetne ezzel valósítani, hogy egy szántáson végig haladva vetőmagokat szórjon el, ugyanis lyukacsos kialakításából adódóan erre a feladatra is alkalmas lehet.

Akinek ajánlanám...

Felhasználási területeit tekintve igen sokrétű lehet, persze megfelelő terep kell neki. Elsősorban biztonság technikai cégeknek tudnám ajánlani, de a hadászatban is megállná a helyét pont, mint a mezőgazdaságban. A költségeket tekintve, relatíve nem kell mélyen a zsebünkbe nyúlni, ugyanis (persze felszereltségtől függően, de..) 15.000 és 20.000 Ft közé tehető az értéke, de ezt majd később kifejtem bővebben is.

Azért választottam, mert...

A feladat nem tűnik egyszerűnek. Pont ezért választottam ezt a projektet, mert kreatív ötleteket kíván és új megoldásokat is lehet alkalmazni. Kitűnő feladatnak találom ezt, ugyanis érdekes lehet egy gömb vezérlése. Hogyan is lehet stabilan tartani egy gömböt és hogyan lehetne mozgásra készíteni? Hogyan valósítsam meg az elektronikát, töltést és ki/be kapcsolást?

Szerintem ezek olyan kérdések, melyek megválaszolása nem csak engem érdekelhet, hanem akármilyen érdeklődő gépészt vagy elektronikai érdekeltségű embereket, fiatalokat. Olyas valamit szeretnék létrehozni, mellyel elősegíthetem a technológiai fejlődést valamilyen módon.

Használt programok

Altium Designer



Az Altium Designert 2005-ben indították el, aminek az első verziója a 6.0 volt. Azért választottam ezt a programot, mert nagyon rugalmas. Úgy gondolom, hogy ha egy egyedi gyártású dologba kezdünk bele, akkor olyan szoftver környezetet válasszunk, ami szintén rugalmas. Ez a tervező program képes 30, 40 vagy akár 50 réteggel is dolgozni, ami nagyban megkönnyíti a tervezési munkát. A BOM lista¹ tartalmazza nekünk a szükséges alkatrészeket, tulajdonságaikat, paramétereiket és a darabszámot is, hogy miből mennyi került a nyák tervünkbe. Ebből ki tudjuk következtetni a várható költséget, sőt a programban akár meg is tudjuk ezt rendelni, ha szeretnénk. A fejlesztések során a 21.8.1-es verziót használtam.

LT Spice



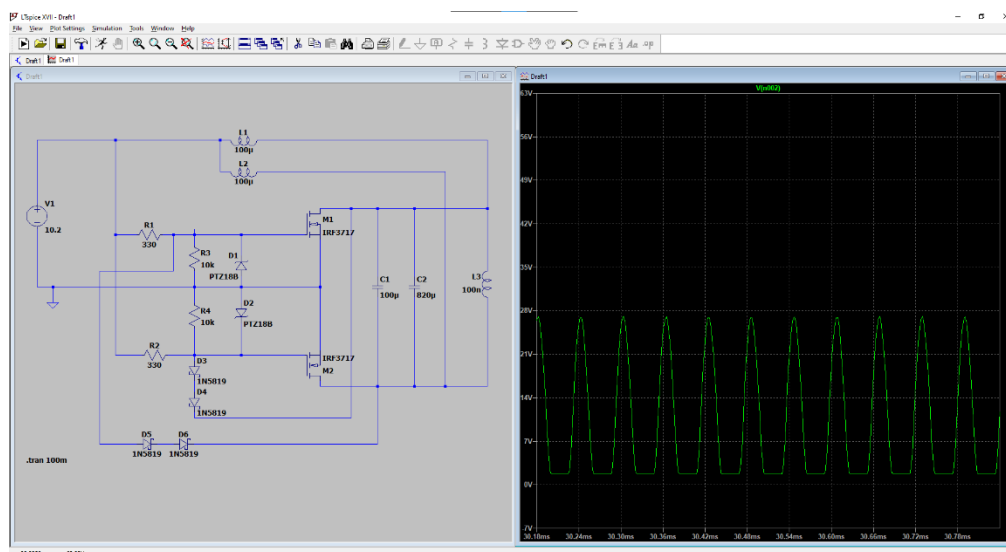
A nyákterveket azért megelőzi még néhány lépés. Ahhoz, hogy az elvárásainknak megfeleljen egy adott áramköri rész, nem árt, ha szimulálunk tervezés közben. Ebben volt segítségemre az LT Spice² nevű program. A fejlesztés során a 17.0.32-es verziót használtam.

A programban áramköri elemeket lehet elhelyezni, amiknek értéket lehet adni. Még néhány beállítás után el is végezhetjük a szimulációt. Többféle képen tudunk szimulációt lefuttatni, például tranziens vizsgálatot, ami időbeli változást jelent, vagy már az állandósult állapotot tudjuk mérni. A szimuláció

¹ **BOM lista:** Ez egy angol mozaik szó: Bill Of Materials. Ebből következik a magyar megfelelője: anyagszükségleti tételjegyzék.

² **Spice:** Ez egy angol mozaik szó: Simulation Program with Integrated Circuit Emphas, aminek a magyar megfelelője: Szimulációs Program Integrált Áramkör Hangsúlyyal.

futása közben, az értékeket nem lehet változtatni, ezért olyan opciónk is van, amelyben akár egy adott generátor kimenő értékeit tudjuk változtatni, így teljesebb képet kapva az áramkörünkről.



3. LTSpice használat közben

Ebben a példa kapcsolásban található egy FET, pár ellenállással, és 2 darab generátorral. Egyenként lehet benne lepakolni az alkatrészeket, és értékeket adni. Kiválaszthatjuk milyen típusú FET-ünk van, illetve a generátorok típusát is, hogy egyen vagy esetleg váltó áramú generátorunk van-e. A kép jobb oldalán látható a maga a szimuláció. Ki lehet választani, hogy milyen szimulációt szeretnénk végezni (jelenleg tranzien³), és azt is, hogy konkrétan melyik vezetékre szeretnénk rámérni.

A gömb

Burkolata

Többféle ötleten gondolkodtam, hogyan is lehetne a legegyszerűbben megvalósítani a gömb testet. Először 3D nyomtatásban gondolkodtam, de az több idő, és anyagköltségben sem a legolcsóbb. Persze teljesen kézenfekvő lenne, egy minta gyártáshoz. Aztán gondolkodtam, hogy bérnyártásban le lehetne gyártatni. Természetesen ez sem a legköltséghatékonyabb megoldás, ugyanis az anyagköltség lehet, hogy olcsó, de a sablon legyártása elég drága lehet. De mégis mi lehet az, ami olcsó, készleten van és elég tartós is, hogy hosszabb távol guruljon.

A választás így esett egy hőrcsög gömbre. Nagyságát tekintve 270mm átmérőjű, és kisállat kereskedésben lehet kapni, nem utolsósorban az ára sem vészes. Kialakításából adódóan több feladat ellátására is alkalmas lehet. Ráadásul két luk is található rajta, ami pontosan egymással szemben van, így a fűrésszel sem kell bajlódunk, csak egy tengellyel ellátni.



4. Hőrcsöggömb

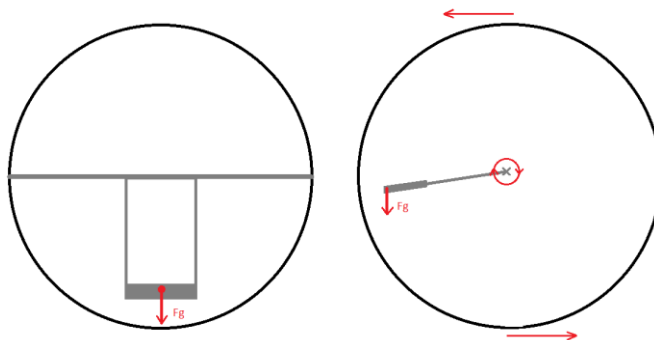
³ **tranzien**: Átmeneti állapot, ami akkor alakul ki, ha energia tároló van az áramkörben.

Fizikai háttere

Egy gömb alakú testet nem annyira nehéz mozgásra bírni. Gondoljunk csak bele... Oda megyünk egy foci labdához, és belerúgunk. Kész is a mozgása!

Viszont, ha egyenletesen szeretnénk mozgatni, vagy kanyarodni, de akár stabilan tartani, már koránt sem olyan egyszerű a dologunk.

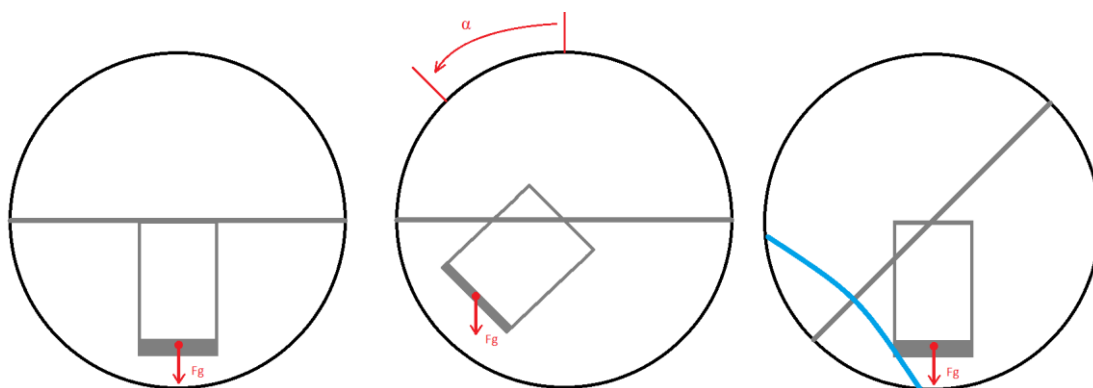
Belső szerkezetét tekintve található benne egy tengely, mely a burkolathoz képest fix. Ezt meghajtva forgásra tudjuk bírni gömbünket, de ehhez nem elég csak egy tengely. Természetesen kell bele ez villanymotor is. Képzeljük el, mi is van eddig. Tehát a váz, egy tengely, és azon egy motor, értelem szerűen, fogaskerekes áttétellel. Ha megtápláljuk a motorunkat, a tehetetlenségéből következik, hogy a motor elkezd pörögni a tengely körül. Ezt kiküszöbölve egy súlyt lógatunk le, amit a mozgáshoz fogunk használni.



5. Gömb mozgása egy irányba

Ez egy egyszerű megoldás, 1 dimenziós mozgásra. Ezt a mozgást csináljuk, amikor elindulunk vagy megállunk.

Mozgás közben a súlypontot előre vagy hátra helyezzük. Ha kanyarodni is akarunk (mozgás közben), akkor nem csak előre vagy hátra kell a súlypontot elmozdítanunk, hanem oldal irányban is. Jobbra vagy balra mozdítva a gömbünk eldől abba az irányba amelyik irányba mozgattuk.



6. Gömb kanyarodása

Ha sikeresen elbillent a gömb α szögeltéréssel, és ekkor hajtjuk előre, akkor a késsel jelzett egyenesen fog érintkezni a gömb a földdel, így ez kanyarodni fog balra.

Elektronika

Mikrovezérlő

Bármilyen elektronikai terméket tervezünk, el kell dönteni milyen mikrovezérlőt válasszunk a feladathoz. De mi is az a mikrovezérlő?

A mikrokontroller, vagy mikrovezérlő, egy tokba integrált, általában vezérlési feladatokra tervezett célszámítógép. Tulajdon képen egy mikroprocesszor kiegészítve a lapkára integrált perifériákkal. Mára már szinte mindenbe tesznek mikrokontrollert, mint például digitális hőmérő, játékok vagy az autó gyártásban is használják.

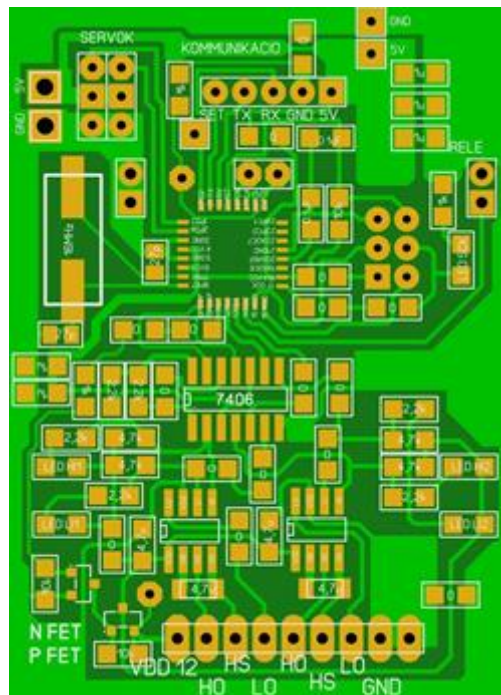
Sok helyen szeretik használni, mert költséghatékonyan képes ellátni egyszerű, és kis számítási feladatokat.

Mikrovezérlőnek egy STM 32 IC-t választottam.

A nyák

A nyákot magam terveztem az Altium Designer, és Sprint Layout programok segítségével. A lényeg a helytakarékoság volt, próbáltam arra törekedni minél kevesebb alkatrész felhasználásával érjem el a működőképes áramkört. Ezért használtam javarészt SMD⁴ alkatrészeket, de található benne THD⁵ alkatrész is.

Egyelőre 2 szintben oldottam meg. Felső szintre került a mikrovezérlő, és az ahhoz szükséges áramkörüi alkatrészek.

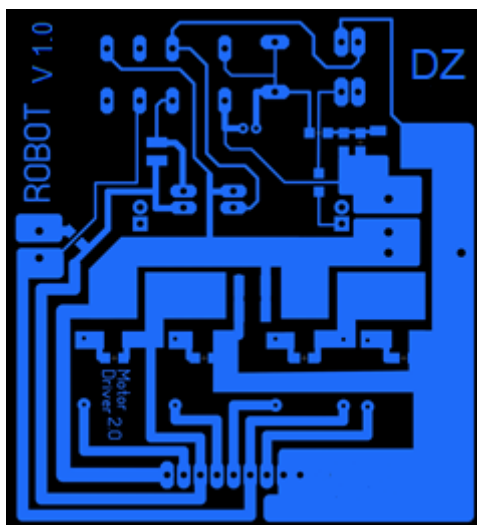


7. Áramkör felső rész

⁴ **SMD:** Ez egy angol mozaik szó: Surface Mountain Devices. Ez a felület szerelt alkatrészeket jelenti.

⁵ **THD:** Ez egy angol mozaik szó: Trough Hole Devices. Ez a furatszerelt alkatrészeket jelenti.

Az alsó szintre kerültek a nagyobb teljesítményt igénylő alkatrészek, és a tápellátást szolgáló vezérlő relék is.



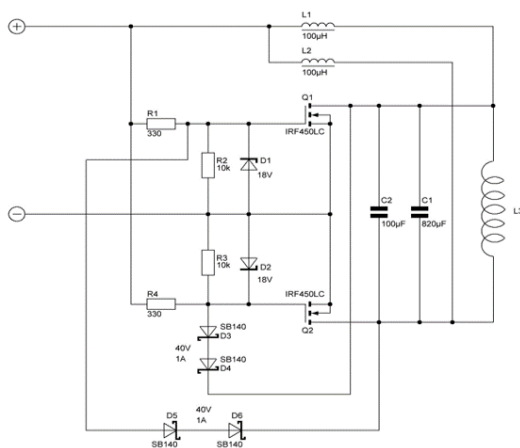
8. Áramkör alsó rész

Töltés

A beépített akkumulátoroknak köszönhetően a robot képes 2 de akár 4 órán keresztül működni. Fontos szerepe van a celláknak, melyeket úgy választottam ki, hogy azok megfeleljenek a célra. Jelenleg Samsung 25R típusú cellák vannak benne, ezek 18650-es méretűek, és 2500mAh a kapacitása. Úgy lett tervezve az áramkör, hogy 9,2V és 12,6V között bármilyen egyenfeszültséggel képes működni. Ehhez elegendő 3db cella, ami 10,8V-ot ad le nekünk, de foglalatától függően eltérő akkumulátort is lehet bele tenni.

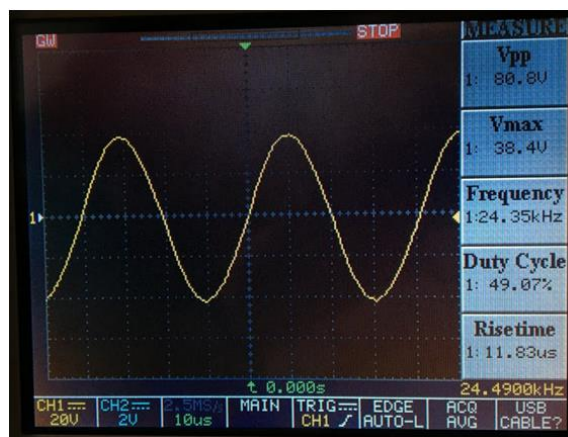
De mégis hogyan is tölthetőek fel a cellák anélkül, hogy szét kelljen szedni a burkolatot? A választ a vezeték nélküli energiaátvitelben találtam meg.

Az alapja egy ZVS⁶ kapcsolás, ami egy tekercsre kapcsolva mágneses teret indukál. Ezt egy vevő tekercs segítségével tudjuk fogni, ami ugyan arra a rezonancia frekvenciára van hangolva, mint az adó tekercs. Mind ezek mellett félbe vágott toroidmagokkal tudjuk kiegészíteni, amikkel összpontosítani lehet az indukált mágneses mezőt. Ilyen módon, több mint fél ampert is át lehet küldeni a vevő tekercsnek. Tekercs módosításával még javítható az energiaátvitel, de a technológia és a két tekercs közötti távolság miatt, véges az átvihető áramerősség nagysága.



9. ZVS kapcsolás a töltéshez

⁶ **ZVS:** Ez egy angol mozaik szó: Zero Voltage Switch. Van egy párja is, az pedig a ZCS: Zero Current Switch.



10. Az adó tekercs rezonanciája (24,35kHz)



11. Az adó és a vevőtekercs

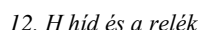
Ki és be kapcsolása

A ki és be kapcsolás a hajtó motor segítségével lett megvalósítva. Lényege, hogy a motorunkat nem csak motor funkciójú feladatok elvégzésére tudjuk használni, hanem kikapcsolt állapotban feszültséget is tudunk vele generálni. Ezt egy optocsatolóval rákötöttük relékre. Egy 5 V-os és egy 12 V-os relére. Az optocsatolóval az 5 V-os relén keresztül rákötöttük a 12 V-os relé behúzó tekercsére. Így amikor az optocsatoló jelet kap a motortól, akkor a tápfeszültséget ráengedjük a 12 V-os relé behúzó tekercsére, ami öntartásba kerül. A 12 V-os relé másik bontó segédérintkezőjével az optocsatolónkat leválasztjuk, így amikor PWM⁷-et kap a motorunk, akkor nem lesz baja az optocsatolónak. Az 5 V-os relé bontó segédérintkezője segítségével tartjuk tápellátás alatt a 12 V-os relé behúzó tekercseit, így amikor jelet

⁷ **PWM:** Ez egy angol mozaik szó, jelentése: Pulse Width Modulation. Magyarul azt jelenti, hogy Impulzus Szélesség Moduláció.

Ami probléma volt a tervezésben, és csak működés közben jött elő, az az 5 V-os relénél volt. Amikor a robot egy esetleges akadállyal találkozott, és koccant, akkor mindig kikapcsolt a robot. Rájöttünk, hogy az 5 V-os relé visszatérítő rugója gyenge. Mivel az öntartást azon keresztül tartjuk fent, mikor is a relé nincs behúzva, így amikor ütközik akkor a benne lévő érintkezők rázkódnak, és szétválnak. A problémát úgy küszöböltük ki, hogy a 12 V-os relé lábára kondenzátort tettünk (utólagosan), így a nagyon kis feszültség kiesést a kondenzátorból tudja pótolni, amíg a kisebb relé vissza nem áll alaphelyzetbe.

Egy egyenáramú villanymotor található rajta, amivel a gömb tengelyét hajtjuk meg fogaskerekes áttételekkel. Közvetlenül a mikrovezérlő portjaira sajnos nem lehet rákötni ezért H híd kapcsolást alkalmaztam. A mikrovezérlő 5 V-ot ad ki, míg a motorunk 12 V-ról működik. A H híd alkalmas a PWM-es szabályzásra és a forgásirány változtatásának megvalósítására. Többféle képen lehet megcsinálni, én 4 darab N csatornás FET⁸-el valósítottam meg.



Drain és Source lábak között beépített dióda van védelem gyanánt. Továbbá a D-S feszültség 25 voltban maximalizálódik, ami nekem tökéletes, ugyanis 12 V-nál nincs nagyobb feszültségem. A motor miatt kell a nagy áramfelvétel is, ami szintén megvan ennél a típusnál, ami maximum 56 A.

Terv szerint a robot Python nyelvű programot fog kapni. Az előző verzió C-ben lett megírva, Arduino fejlesztő környezetben.

10

Linkek:

- <https://www.magyar-elektronika.hu/10005-tartalom/2325-hatekony-robusztus-es-egyszeru> (2021.11.28)
- <https://hu.wikipedia.org/wiki/Mikrovez%C3%A9rl%C5%91> (2021.11.28)
- https://www.uni-miskolc.hu/~qgefodor/villamos/villtan/VillTan_knyv_3.pdf (2021.11.29)
-