



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar  
Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék

# Vezérlőegységek automatizált tesztelésére, programozására és kalibrálására szolgáló berendezés tervezése és megvalósítása

DIPLOMATERV

Budavári Ruben Pál  
*Készítette*

Dr. Iváncsy Szabolcs  
*Egyetemi konzulens*

Banai András  
*Külső konzulens*

2018. február 26.

# Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés</b>	<b>5</b>
1.1. Beléptetőrendszer bemutatása . . . . .	5
1.2. Célok és tesztelő berendezés . . . . .	6
<b>2. Mérendő jelek</b>	<b>7</b>
<b>3. Hardver</b>	<b>8</b>
3.1. Alkatrészek kiválasztása . . . . .	8
3.1.1. Mikrokontroller . . . . .	8
3.1.2. GPIO bővítőmodul . . . . .	9
3.1.3. Flash . . . . .	9
3.1.4. 3.3V-os táp . . . . .	10
3.1.5. Analóg switch a programozáshoz . . . . .	10
3.1.6. Digitális potenciométer . . . . .	10
3.2. Kapcsolások . . . . .	11
3.2.1. Ellenállásosztók és ADC . . . . .	11
3.2.2. Jumperkapcsolás és vészhelyzet gomb jele . . . . .	11
3.2.3. Vezérlőegység tápellátása . . . . .	12
3.2.4. Táppanelre terhelés kapcsolása . . . . .	12
3.2.5. Tápvonalakon rövidzárteszt . . . . .	12
3.2.6. Programozás, kiegészítők . . . . .	13
3.3. Kapcsolási rajz és PCB . . . . .	14
<b>4. Firmware</b>	<b>14</b>
<b>5. Értékelés, eredmények</b>	<b>14</b>

## HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Budavári Ruben Pál, hallgató kijelentem, hogy ezt a diplomatervet meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző(k), cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózatán keresztül (vagy autentikált felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Budapest, 2018. február 26.

---

hallgató

# Összefoglaló

A diplomamunkám során a Leviathan Solutions Elektronikai és Fejlesztő Kft. által fejlesztett beléptető- és munkaidő-nyilvántartó rendszer részét képező mikrokontrolleres panelhez terveztem egy tesztelő berendezést. A mikrokontrolleres panel feladata az ajtóknál elhelyezett olvasóktól érkező adat feldolgozása és a jogosultságoknak megfelelő reagálás, például ajtónyitás vagy visszajelző relé meghúzása. A megtervezendő eszköz feladata, hogy kapcsolódjon a kontrolleres panel (ezután ACU) be- és kimeneteire, ellenőrizze, hogy azokon nincs-e rövidzár és hogy funkcionálisan is megfelelően működnek-e. A termékcsaládhoz tartozik egy táppanel is, ennek a kalibrációja során többféle feszültséget és terhelést kéne manuálisan kapcsolni az eszközre. A teszternek feladata ezt a folyamatot is automatizálni. A diplomamunkám során megterveztem a teszter kapcsolási rajzát, valamint pcb tervét és megírásra került hozzá a firmware is. A firmware-nek tudnia kell parancsokat és adatokat fogadnia ethernet kapcsolaton keresztül és ennek megfelelően tesztet futtatnia; ami lehet rövidzárteszt, táppanel kalibráció vagy akár tesztadat szimulálása is, ami során ellenőrizzük, hogy megtörténik-e a megfelelő válasz az ACU részéről.

# Abstract

# 1. Bevezetés

A diplomamunkám során első lépés volt megismerni a beléptetőrendszert és átbeszélünk, hogy pontosan milyen tesztek szeretnénk elvégezni. Mivel jelenleg is több ACU van használatban és ezeknek a meghibásodása esetén szeretnénk megtudni, hogy mi okozta a hibát; valamint a legyártott eszközöknél jó lenne ellenőriznünk, hogy jó lett-e mindenhol a beforrasztás és sikeres volt-e a firmware-feltöltés, ezért célszerű egy olyan eszköz, ami ezeket elvégzi automatikusan vagy csak minimális emberi beavatkozással. Sok óra munkát meg tudunk azzal spórolni, ha ezek a tesztek konzisztensen, gyorsan és minimális felügyelettel elvégezhetőek. Ezen felül automatikus tesztek futtatására is használható a teszter, például bizonyos események generálására adott válasszal kell, hogy reagáljon a készülék. Az átbeszéltek alapján szükség van egy rövidzártesztre, ekkor még nem indítjuk el az ACU-t (nem adunk neki tápfeszültséget), hanem vizsgáljuk, hogy a kritikus pontokon nincs-e rövidzár. Második teszt futtatása, amikor elindítjuk az eszközt és megnézzük, hogy feléled-e. Ha van rajta firmware, akkor azt ellenőrizhetjük is a megfelelő bemenetekre adott megfelelő jelekkel. A teszter feladata, hogy a bootloader és a firmware feltöltését az ACU-ra megkönnyítse.

A diplomamunkámat egy félévnyi önálló laboratóriumi munka előzte meg<sup>(1)</sup>, amiben elkészült a teszternek egy terve. Ezt a tervet több okból át kellett alakítani, amik közül az egyik volt, hogy szeretnénk, ha a termékhez tartozó táppanel kalibrációját is meg lehetne gyorsítani, ami jelenleg körülbelül 8-10 percet vesz igénybe és folyamatos emberi beavatkozást igényel. Ehhez a kalibrációhoz 8V és 13.8V között változtatható feszültségre van szükségünk, ami maximum 6A-ig terhelhető, valamint különböző terheléseket kell kalcsolni a táppanelre, miközben az kalibrálja magát és soros porton kommunikál a teszterrel. Ahhoz, hogy teljesen értsük milyen feladatokat kell megvalósítanunk, először meg kell értenünk a rendszer működését.

## 1.1. Beléptetőrendszer bemutatása

A beléptető két részből áll, egyik a PC-s szoftver, ahol a jogosultságokat lehet kiadni, embereket lehet regisztrálni és különböző feltételeket lehet szabni, ami alapján eldöntjük, hogy ki hova mehet be, mikor szeretnénk kameraképet látni a képernyőn vagy akár lekérdezhetünk munkaidőriportokat. Ez a szoftver etherneton kommunikál az ACU-kkal, amiből elméletileg akár mennyi lehet egy rendszerben.

Minket a másik egység érdekel, ez egy mikrokontrolleres panel (ACU), ami az ajtók vezérlését végzi. Egyszerre 4 olvasót tud kezelni, ezek lehetnek PIN-es vagy kártyás beléptetők. Ezek az olvasó berendezések Wiegand kapcsolaton kommunikálnak a panelünkkel, ami egy kétvezetékes, párszor 10kHz-es protokoll. 4 relével az ajtókat tudja nyitni vagy csukni. Ki tudjuk választani jumperekkel, hogy 12V és GND között kapcsoljon vagy szárazkontakttal jelezzük az ajtó nyitását/zárását, ez utóbbi esetben kívülről kell a kívánt feszültségjelet biztosítanunk, amit egy másik vonalon kapcsol az eszköz. Alapkonfigurációban az ACU-hoz négy ajtó és mindegyikhez egy-egy olvasó, valamint nyomógomb tartozik. Ezt szoftverből át lehet állítani, így egytől négy ajtóig bármit beállíthatunk és ha kevesebb, mint 4 ajtóval dolgozunk, akkor a felszabaduló olvasóbemeneteket használhatjuk valamelyik másik ajtóhoz a másik irány vezérlésére. Ezeknek az ajtóknak 5 típusa van:

- Lehetnek normális ajtók, ekkor az olvastatás után előre beállított ideig nyitott állapotba kerül az ajtó, ekkor át lehet menni, ez idő lejártá után pedig becsukódik.

---

<sup>(1)</sup> az önálló laboratóriumi beszámolómból átemelt részek dőlt betűvel szerepelnek ebben a dolgozatban

- Másik lehetőség a bistabil ajtó. Ebben az esetben az érvényes kártyaolvasztatás vagy pin beütése az ajtó nyitottságát megváltoztatja és úgy hagyja a következő érvényes olvasztatásig.
- Harmadik lehetőség a forgóvilla. Ebben az esetben mindenképpen két ajtórelét fel kell használnunk egy forgóvillához a két irány miatt. Ezeket az eszközöket csak egy-egy nyitóimpulzussal vezéreljük.
- Negyedik és ötödik lehetőség a kapu és a sorompó, ezek vezérlésükben leginkább a normális ajtókhoz hasonlítanak, őket is előre beállított ideig tartjuk nyitott állapotban, aztán visszazárnak.

Emellett mind a 4 olvasóhoz tartozik nyomógombos bemenet is, mert sok helyen csak a befelé irányban kell azonosítani magunkat, kifelé elég gombot nyomnunk. Minden ajtóhoz alkalmazhatunk nyitásérzékelőt is, ezeknek kétféle működése van: Egyik megoldás, hogy amikor kinyílik az ajtó fizikailag, egyből visszazár a relé, így az visszacsukás után nem nyitható újra. Másik lehetőség, hogy amíg az ajtó nyitási ideje tart, addig húzva tartjuk a relét, tehát ez idő alatt többször is ki lehet nyitni az ajtót. Minden olvasóhoz beköthető két ledvisszajelzés és egy beep. Ezek a kártyát olvasztató felhasználó számára adnak visszajelzést, ami lehet érvényes vagy érvénytelen olvasztás jelzése, táskaellenőrzés feltartóztatás riasztása és még számos visszajelzés.

Az eszközben elérhető 2-2 AUX be- és kimenet. Ezekre rengeteg funkciót lehet vezetni. Jelezhetjük itt a „Ne zavarjanak” igényünket, használható ajtónyitás követésére, periódikus jelzésre, véletlenszerű kapcsolásra adott százalékkal, ... A berendezés megbontását észlelendő egy bemenet áll rendelkezésünkre, továbbá van egy FIRE bemenet, ami kinyitja az összes ajtót beállítástól függetlenül, ez lehet NO vagy NC is, jumperrel választható.

Az ACU és a PC-s szoftver folyamatos kapcsolatban van egymással, minden történésről eseményt generál és elküldi a szoftvernek az eszköz, valamint globális funkciók<sup>(2)</sup> esetén lekérdezi a jogosultságokat.

## 1.2. Célok és tesztelő berendezés

A feladat, hogy ehhez a vezérlőegységhez egy teszttert készítsünk, amivel az esetleges rövidzárlatokat tudjuk megtalálni a fontosabb helyeken; a rendeltetésszerű működést tudjuk ellenőrizni; teszteseteket tudunk generálni (például egy kártyaolvasztatást) és eközben folyamatos kapcsolatban állunk egy számítógéppel, ami felügyeli a tesztelést és szükség esetén utasításokat lehet kiadni rajta keresztül. A másik feladat, a korábban említett táppanel kalibrációjának meggyorsítása. Az egyértelmű szóhasználat miatt a *vezérlőegység*, *kontrolleres panel*, *ACU* lesz a beléptetőrendszerhez tartozó panel és *teszter*, amit tervezzük.

A fentebb említett üzemmódok részletesebben:

1. Rövidzárteszt: A vezérlőegység tápfeszültség nélküli tesztelése, ekkor a ki- és bemeneti, valamint tápvonalakat ellenőrizzük, hogy nincs-e valahol rövidzár.
2. Alap teszt és felprogramozás: A vezérlőegységre tápfeszültséget kapcsolva ellenőrizzük, hogy a megfelelő helyeken megvannak-e a tápfeszültségek és az értékük is jó-e,

---

<sup>(2)</sup>Olyan funkciók, amiben több controller egyszerre vesz részt, ekkor a PC-s szoftver hozza meg a döntést, hogy kinyithatja-e az adott illető az ajtót. Ilyen lehet például egy létszámkorlát, amiben 2-3 controller is ugyanahhoz a területhez tartozik.

ezért ez utóbbi a méréseket ADC-vel végezzük. Ha kontroller nem volt még használva, akkor először bootloadert kell rá tölteni. Két ATxmega mikrovezérlő található egy panelen, amiket a PDI bemenetükön lehet programozni. Hogy ez gyorsan menjen, ezért nekünk kell megoldanunk, hogy a programozót ne kelljen manuálisan átdugdosni, hanem egy analóg switch-csel fogjuk kapcsolni a vonalakat. A bootloader után már Etherneten tudja fogadni a normál firmware-t az eszköz.

3. Tesztadatos tesztelés: Ha már felprogramozták az eszközt, akkor az alapvető funkcionális tesztek elvégezhetőek rajta miután néhány alapbeállítást feltöltünk rá (például, hány ajtó legyen, néhány tesztfelhasználó, ...). A tesztadatok feltöltése után nézzük, hogy bizonyos bemenetekre, az azoknak megfelelő választ adjá-e, jó ajtót nyit ki, jó ledet villant fel, jó időben teszi mindezt, a feszültségek közben hogyan változnak, ...
4. Táppanel kalibráció: A táppanelre a firmware feltöltése (szintén PDI) után 8V és 13.8V közötti feszültségeket kell kiadni 5-6 lépésben, amiben kell lennie egy elég pontos 12V-nak. Ezután kell  $12\Omega$ -ot és  $2.5\Omega$ -ot kapcsolni terhelésként az 1A-es és az 5A-es ágra. A teszt alatt UART-on kommunikálunk a táppanellel, és jelezzük, hogy milyen értékeket kellett mérnie az adott beállításnál.

## 2. Mérendő jelek

A lentebbi táblázatban [1 .táblázat] láthatóak a vezérlőegység jelei, amiket szeretnénk valamilyen módon mérni vagy generálni:



1. táblázat. Mérendő és generált jelek

Jel	Megjegyzés	Mennyi van belőle	Rövidzárteszt	Mi generáljuk	Mérjük
Olvasó Wiegand jele	D+ és D- jel	4x2	✓	✓	✗
Olvasók ledjei	Ezzel adunk visszajelzést az olvasóknak.	4x2	✓	✗	✓
Olvasók „beep” jelei	Az olvasóba épített hangszórót vezérli.	4	✓	✗	✓
Ajtónyitógombok		4	✓	✓	✗
Nyitásérzékelők		4	✓	✓	✗
Ajtónyitó relék	NO és NC vonal is. Ellenállásosztóval mérjük.	4x2	✗	✗	✓
EM	Vészhelyzet gomb bemenete.	4	✗	✓	✓
FIRE	Tűzjelző bemenet.	1	✓	✓	✗
TMP	Megbontásérzékelő.	1	✓	✓	✗
AUX bemenetek	A teszter felől nézve kimenet.	2	✓	✓	✗
AUX kimenetek	A vezérlőegység felől kimenet. NO és NC vonal.	2x2	✓	✗	✓
Ethernet	RJ45 csatlakozón keresztül.	1	✗	✓	✓
Tápfeszültségek.	12V, 3.3V, akkumulátor töltőfeszültség	3	✓	✗	✓
1Hz	A vezérlőegység RTC-je által szolgáltatott 1 Hz-es jel.	1	✗	✗	✓

## 3. Hardver

### 3.1. Alkatrészek kiválasztása

A teszter egy mikrokontrolleres panel lesz, ami egy tűágyhoz kapcsolódik. A tűágyba helyezzük a vezérlőegységet és így tudunk hozzá kapcsolódni. A tűágyhoz a teszter 2 db 40-es IDC csatlakozóval és a hozzájuk tartozó szalagkábelekkel fog csatlakozni.

#### 3.1.1. Mikrokontroller

A mikrokontroller kiválasztásánál először meg kell határoznunk, hogy milyen funkciókat kell biztosítson ahhoz, hogy a kitalált feladatot el tudja látni. Az alábbi szempontok voltak a mérvadóak a döntésünkben.

- Megfelelő számú GPIO port, amivel tudunk kapcsolódni az ACUhoz és a külső IC-khez, kapcsolásokhoz.
- Támogassa hardveresen a megfelelő kommunikációs protokollokat, amire szükségünk lesz: SPI, UART.

- 3.3V-ról működjön. Erre azért van szükség, mert a kontrolleres panel is és a táppanel is 3.3V-ról működik, így nem kell a szintillesztéssel foglalkozni.
- Legyen AD átalakító benne, mert szükséges a tápfeszültségeket mérni és ha megoldható, akkor ezt belső AD-vel tegyük.
- Ingyenes fejlesztői környezet.
- Nem elsődleges, de figyelembe vett szempontok voltak még:
  - Legyen hozzá fejlesztőpanel, így a firmware írását már akkor el lehet kezdeni, amikor még nem került legyártásra a panel.
  - Ha van olyan mikrovezérlő, amit már használtak/használnak a cégen belül, akkor tudnak tapasztalattal segíteni a kollegák.
  - Legyen benne a sok funkciók miatt elegendő flash és ram, így nem kell külsőt használni. Mindekettőből párszor 100kB már elegendő.
  - Támogassa az Etherneten való kommunikációt, például TCP/IP stack-kel vagy akár a fizikai réteg meglétével.

Így esett a választás a Texas Instruments TM4C1294NCPDT® [8] mikrokontrollerére. Felületszerelt, 128 láb, ebből 90 GPIO és ezen felül vannak az Ethernet vonalak, a kiválasztott protokollokat támogatja (4 SPI, 8 UART, ezek a 90 GPIO vonal között vannak), Ethernet MAC és PHY integrálva, 20 AD csatorna, 1MB Flash memória és 256 kB SRAM. Ha a fentebbi táblázatot megnézzük, látjuk, hogy szükséges ha mindegyik vizsgált jelre csak egy GPIO vonalat használunk el, az is 50 láb és erre jön rá a többi funkció (UART, saját ledek, nyomógomb, ...)

### 3.1.2. GPIO bővítőmodul

*Annak ellenére, hogy a mikrokontrollernek 128 lába van, még ez sem elég ahhoz, hogy az összes ki- és bemeneti jelet tudja kezelni, ezért szükséges volt valamilyen módon bővíteni a GPIO lábakat. A Microchip® gyárt SPI-os és I2C-s GPIO bővítőmodulokat is, 8 és 16 GPIO lábbal. Ezek átlagos IO lábakként működnek (ki és bemenetként is használhatóak, felhúzóellenállás kapcsolható a lábakra, amit egyenként lehet állítani, interruptot is tudnak generálni szintre vagy élre). 2 db 16 lábas (MCP23S18) [4] SPI-os chipet választottam. SPI-on 10MHz-cel tudunk kommunikálni, ezzel a lassabban változó jeleket bőven tudjuk kezelni. Ezek a ledek, beep jelek, nyomógombok, nyitásérzékelők, ajtónyitó kimenetek. Az eszközök 2-2 interrupt vonalon tudnak jelezni a mikrokontrollerünk felé, ha változás történik; az IC lábai két portba vannak rendezve, ezzel szétválasztva és megkönnyítve a kezelést.*

### 3.1.3. Flash

Bár a mikrokontrollerünkben található 1MB flash-t valószínű nem fogjuk teljesen kihasználni, mégis szükséges egy külső adattároló is, mivel teszteseteket kell tárolnunk és igény esetén kell tárolnunk az ACU firmware-ét is, ami mi magunk fogunk feltölteni rá. Ehhez AT45DB641 [1] típusú 32MB-os flasht választottam. Ennek külön előnye, hogy van egy 256 byte-os SRAM benne (ez megegyezik a page mérettel), így támogatni tudja a *read-modify-write* parancsot, aminek köszönhetően ha szeretnénk egy adatot módosítani, akkor nem kell kiolvasnunk az azon page-en levő összes adatot, törölni a lapot és újra beírni,

hanem elegendő az úja adatot leküldeni a tárolónak és az a saját bufferén keresztül ezt belül elintézi. SPI protokollal tudunk kommunikálni az eszközzel.

#### 3.1.4. 3.3V-os táp

A 3.3V-os vonalunkon van az összes IC, ezért ennek az összes fogyasztása extrém esetben elérheti a 600mA-t is. Ez az az eset, amikor minden eszköz a maximumot fogyasztja, amit csak lehet; normál működés közben ez nem fordulhat elő, de ha nagyobb terhelésre tervezzük a tápot, azzal baj nem lehet. Mivel 12V-ot használnunk kell a teszterben bizonyos kimeneti tranzisztorokhoz ezért célszerűen 12V-os bemeneti tápot használunk az egész teszter működéséhez és ebből állítjuk elő, a nekünk szükséges 3.3V-ot. Sima LDO használata esetén sok energia elveszne a nagy feszültségesés és nagy áram miatti teljesítményben, ezért döntöttem a kapcsolóüzemű DC/DC átalakító mellett. Ezek közül egy jól használható az MC34063AD [3] DC-DC konverter, amihez számos online elérhető kalkulátort hívhatok segítségül, hogy a tervezett feszültség és áramértékek mellett meg tudjam határozni a többi alkatrész (ellenállás, kondenzátor, tekercs) nagyságát. Én *ezen a linken* elérhető oldalt használtam erre. Figyelnünk kell rá, hogy a bemeneten levő ellenállás ne csak értékileg legyen jó, hanem ki is bírja ezt a terhelést, ezért legalább 0.4W-os ellenállást kellett ide választanunk.

#### 3.1.5. Analóg switch a programozáshoz

PDI programozón keresztül fogjuk a kontrolleres paneleket programozni, és ahhoz, hogy ne kézzel kelljen átdugni a programozót egy analóg switch-es kapcsolást választottam. Maga a programozó egy PC-hez lesz csatlakoztatva a teszteren csak átvezetjük a jelet. Azért választottam az analóg switchet, mert ezzel tudjuk biztosítani, hogy teljesen ugyanaz a jel, ugyanazzal az időzítéssel, jut át a programozó bemenetekre. Ez az IC kétszer tartalmaz egy bemenetű és két kimenetű kapcsolást. Az egyiket a PDI, másikat a CLK vonalhoz használok, a föld és a 3.3V-os táp direktben kapcsolódik az ACU-hoz. A választás a Fairchild<sup>TM</sup> által gyártott FSA2257[2] IC-re esett.

#### 3.1.6. Digitális potenciométer

A táppanel programozáshoz szükséges 8V - 13.8V előállítását is a teszternek kell megoldania. A nehézséget az jelenti, hogy ezen a feszültségszinten 6A-t szeretnénk kiadni<sup>(3)</sup>, úgy hogy a feszültség és az áram közben élegyen stabil, azaz maximum 100mV feszültség-, és 100mA áramhullámosság legyen a kimeneten. A táp megtervezésénél két lehetőség merült fel vagy SEPIC vagy Flyback kapcsolást kéne alkalmazni. A számítások után viszont látszott, hogy a SEPIC-nél az az áram, ami átfolyik a primer és szekunder oldalt összekötő kapacitáson, az megegyezik a kimeneti árammal (6A) és csúcsban elérheti a 11A-t is. A piacon jelenleg nincs ilyen kapacitás ami ezt elviselné és elfogadható áron kapható lenne, de az 1.8–2.2A-es kapacitások, amiket párhuzamosan kötve megoldható lenne a probléma is hasonlóan magas áron mozognak és erre jönne rá a tekercsek ára is. A Flyback kapcsolás sem bizonyult megfelelőnek is a transzformátor paraméterei voltak szűkösek és mivel a tesztet csak kis számban tervezzük gyártani, ezért nem éri meg külön transzformátort terveztetni és gyártatni. Ezért egy egyszerűbb megoldást választottunk: vannak a piacon

---

<sup>(3)</sup>6A az az áram, ami maximálisan kijöhet az 5A-es ágból a táppanelen, efelett le kell kapcsolni. Tehát azzal számolunk, hogy ezt a táppanel bemenetául szolgáló eszköznek tudnia kell biztosítani

SVS CCTV tápegységet[7], amik 12V-ot szolgáltatnak és ezt az értéket egy analóg potenciométerrel lehet állítani 10.5V és 14V között, emellett névlegesen 10A-t szolgáltatnak. Ezt a kapcsolást megvizsgálva egy ellenálláson keresztül ( $2k\Omega$ ) egy komparátor bemenetére megy a potenciométer kivezetése és azon méri vissza az eszköz a kimeneti feszültségét. Ha kicseréljük a soros ellenállást és az analóg potenciométer helyére digitálisat teszünk, akkor a kívánt feszültség szinteket elő tudjuk állítani. Ezt a megoldást ki is próbáltuk és működőképesnek bizonyult, rövid ideig stabilan tudja tartani akár a 14A-t is 14V-on. Ehhez a megoldáshoz a teszterre egy digitális potenciométert terveztem, aminek kivezettem az egyik végpontját és a középső megcsapolását a táppanelre, a másikat a földre kötjük. A középső pont és a végpont összekötésére azért van szükség, mert a rövid átkapcsolások miatt létrejött átmenetek, – amik nem definiáltak, hogy milyen ellenállást szolgáltat ilyenkor az eszköz – ne okozzanak gondot. A soros ellenállás meghagyására azért van szükség (ugyanis ezt kivehetnénk és azt az értéket is előállíthatnánk a potenciométerrel), mert ha a valamilyen oknál fogva a potenciométert nullára állítjuk és a komparátor bemenetére 0V jut, akkor úgy érzékeli, hogy kevés a kimeneti feszültség és próbálja növelni, amit a végtelenségig tenne és ez a táp tönkremeneteléhez vezetne. A szükséges feszültség szintek előállításához a Microchip® által gyártott MCP4161[5]  $5k\Omega$ -os eszközt választottam, amivel SPI-on keresztül fogunk kommunikálni.

### 3.1.7. Műholdas 1Hz adó

## 3.2. Kapcsolások

Az IC-k megválasztása után/közben megterveztem a kapcsolásokat, amit a teszterben lesznek. Alább a külön funkciókat megvalósító elképzeléseket részletezem.

### 3.2.1. Ellenállásosztók és ADC

*Mivel a vezérlőegységen több olyan feszültséget szeretnénk mérni a 3.3V-ról működő mikrokontrollerünkkel, ami jóval efölött az érték fölött van, ezért ehhez ellenállásosztókat használtam. Szempont volt az, hogy közelítőleg kitöltve az osztott érték maximuma a 3.3V-os tartományt, így nagyobb felbontásban tudok mérni, de kellett mindenhova tartalékot hagyni, hogy az esetleges feszültség ingadozás ne okozzon problémát. A 3.3V-ot tudjuk mérni több helyen is ha szeretnénk, mivel vannak kivezelve közvetlen AD lábak a mikrokontrollerről. A 12V-os vonalat több helyen is mérem, magán az SVS CCTV tápegység után, a táppanel (amit kalibrálni kell) belső 12V-ját és mellette a 13.75V akkumulátor töltőfeszültséget és ennek a táppanelnek a kimenetén is mérjük. Ezekhez  $20k\Omega$  -  $5k\Omega$  ellenállásosztót használok.*

### 3.2.2. Jumperkapcsolás és vészhelyzet gomb jele

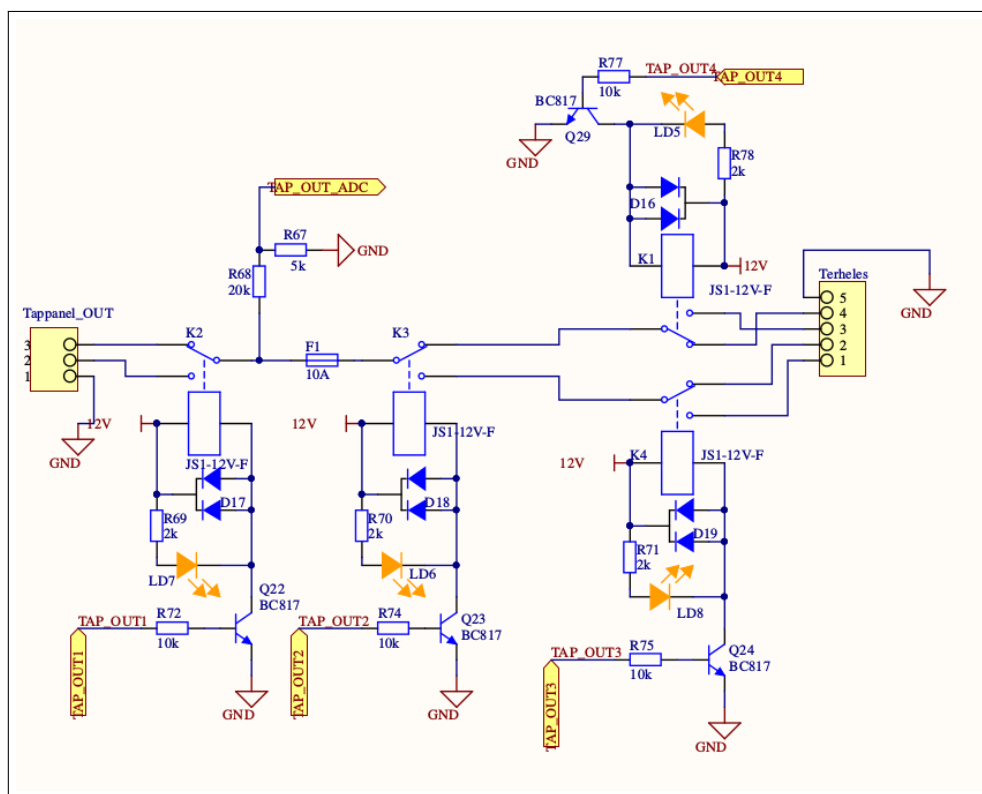
Az ACU ajtónyitó kimeneti reléit lehet 12V-os üzemben és szárazkontakttal is használni, ezek között jumperekkel tudunk választani. Mivel az ACU-n nem biztos, hogy lesz jumper, amikor a tesztet végezzük, ezért mi magunk kapcsolunk 12V-ot a megfelelő lábára a relének, így 12V-os kimeneteket kapunk, amit ellenállásosztókn keresztül tudunk mérni. A másik megoldás az lehetne, hogy szárazkontakt üzemmódban használom, ekkor elég lenne a 3.3V-os feszültséggel mérni, viszont ha korábban rajtafelejtettek jumpert, ami a 12V-os üzembe kapcsolja a berendezést, akkor tönkremenne a teszter, ezért választottam a másik megoldást. A vészhelyzet gombot is ugyanilyen kapcsolással tudom szimulálni, ott is 12V-ra van szükség a működéshez.

### 3.2.3. Vezérlőegység tápellátása

Ahogy fentebb olvasható szeretnénk olyan tesztet is végezni, amikor a vezérlőegység nem kap tápellátást és olyat is, amikor üzemszerűen működik. Mivel az SVS CCTV tápegység kimenetét keresztülvezettem a teszteren és csak utána a kalibrálandó panelre, ugyanezt a kimenetet használhatjuk a kontrolleres panel táplálására is. Ezt tudjuk a tesztből be- és kikapcsolni relén keresztül.

### 3.2.4. Táppanelre terhelés kapcsolása

A táppanel különböző ellenállásokkal való terheléséhez szeretnénk biztosítani, hogy ezek az ellenállások cserélhetőek legyenek és szabadon megválaszthatóak, ezért nem is terveztem a teszter paneljére a terheléseket, hanem a 4 csatlakozót vezettem ki, amikre ezek köthetőek. Nem is lenne célszerű olyan ellenállást fixen a teszterre tervezni, ami 60W-ot fogyaszt. A táppanel két kimenetére külön-külön tudjuk rákapcsolni a terheléseket. A táppanel kalibrációjához van szükség ezekre a terhelésekre, ami a firmware feltöltése után történik, ekkor már tudjuk vezérelni a táppanelt UART-on keresztül, így lehetőségünk van a kimeneteit lekapcsolni a relék átkapcsolása előtt, ezzel megóvjuk a tesztet, mivel a relék könnyebben tönkre tudnak menni, ha nagy áramokat kapcsolunk velük.

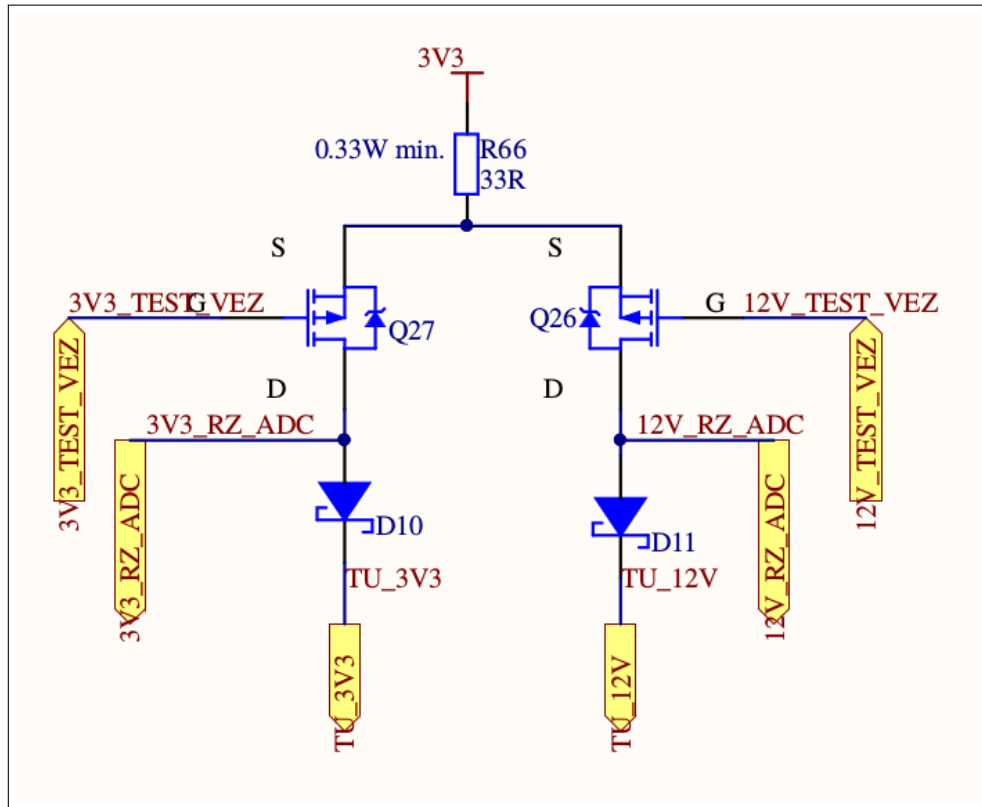


1. ábra. Táppanel terhelésének kapcsolása.

### 3.2.5. Tápvonalakon rövidzárteszt

Az ACU-n a 3.3V-os és a 12V-os vonalon is szeretnénk megnézni, hogy van-e rövidzár a GND felé, mielőtt bekapcsoljuk a készüléket. Ahhoz hogy ezeken a vonalakon mérni tudjam feszültséget kell kiadni rájuk, amitől viszont elindulna az eszköz, amit pedig nem

szeretnénk. Ezért választottam azt a megoldást, hogy egy ellenálláson keresztül 3.3V-ra kapcsolom az egyik, majd a másik vonalat és közben AD átalakítóval nézem, hogy emelkedik-e a feszültségük. Ha rövidzár van a GND és a tápvonal között, akkor nem fog feszültség megjelenni az AD bemeneten. Az alábbi kapcsolás mutatja, hogy ezt hogyan valósítom meg. A diódára azért van szükség, hogy a teszter felé ne tudjon áram folyni. Bár ez megemeli a kezdeti feszültséget, amit érzékelni tudunk, de a kapcsolás emellett működőképes marad.



2. ábra. Tápvonalak tesztelése.

### 3.2.6. Programozás, kiegészítők

A mikrokontrollerünk programozását JTAG-en keresztül végezzük, ehhez a megfelelő jeleket<sup>(4)</sup> IDC csatlakozón keresztül kivezettem.

2 nyomógombot és 3 ledet is terveztem a panelre, amelyeket tudunk bármire használni; a teszter firmware-ének ellenőrzését megkönnyíti, ha ilyen módon tudunk kommunikálni a panellel.

A mikrovezérlő órajelét egy 25MHz-es kristályoszillátor szolgáltatja. Bár van belső oszcillátora a mikrokontrollernek, az Ethernetekhez szükséges a 25MHz-es oszcillátor és így nagyobb órajelről is tudjuk üzemeltetni az eszközünket.

A vezérlőegység időmérésének az alapja egy RTC, amit viszont kalibrálnunk kell minden egyes panelen. Ehhez tudunk olyan segítséget nyújtani, hogy ha jelezzük a vezérlőegység felé (például egy Ethernet csomaggal), hogy az egyik lábára érkező jel pontos 1Hz-es jel, akkor ő tudja magát kalibrálni. Ehhez egy olcsón beszerezhető GPS modult használunk, ami egy kész legyártott áramkör, aminek csak tápfeszültséget kell biztosítanunk és az másodpercenként impulzust generál, ehhez biztosítunk egy vonalat a panelünkön, valamint

<sup>(4)</sup>JTAG jelei : TDI, TDO, TMS, TCK,  $\overline{RST}$

*kivezetünk 3.3V-os tápfeszültséget is a GPS modulhoz. Ezzel az áramkörrel lehet kommunikálni UART kapcsolaton keresztül ezért egy TX és egy RX vonalat is kivezetünk és ha szükség lesz rá, akkor tudjuk használni.* A GPS modul rögzítésére a PCB terven középen az alsó harmadnál elhelyezkedő 4 furat és 5 pin szolgál.

### 3.3. Kapcsolási rajz és PCB

Az eszköz tervezését az Altium® nevű programmal végeztem. A kapcsolási rajz elkészítése párhuzamosan zajlott a gondolkodással és tervezgetéssel, ezért többször is át kellett alakítani, ahogy jöttek az újabb és újabb ötletek, megvalósítási lehetőségek.

Szempontra volt az is a tervezés során, hogy azokat az alkatrészeket, amik a cégben vannak lehessen használni, mert azzal már van tapasztalatunk és esetleg programmodulunk is. Egy ilyenre példa a flash memória, ugyanezt a típust használja egy másik panel is, ahol szintén ugyanaz a Texas Instrument által gyártott kontrollert a központi egység, így ehhez már nem kell majd megírunk a kommunikációs .h fájlt, mert készen van, csak használnunk kell.

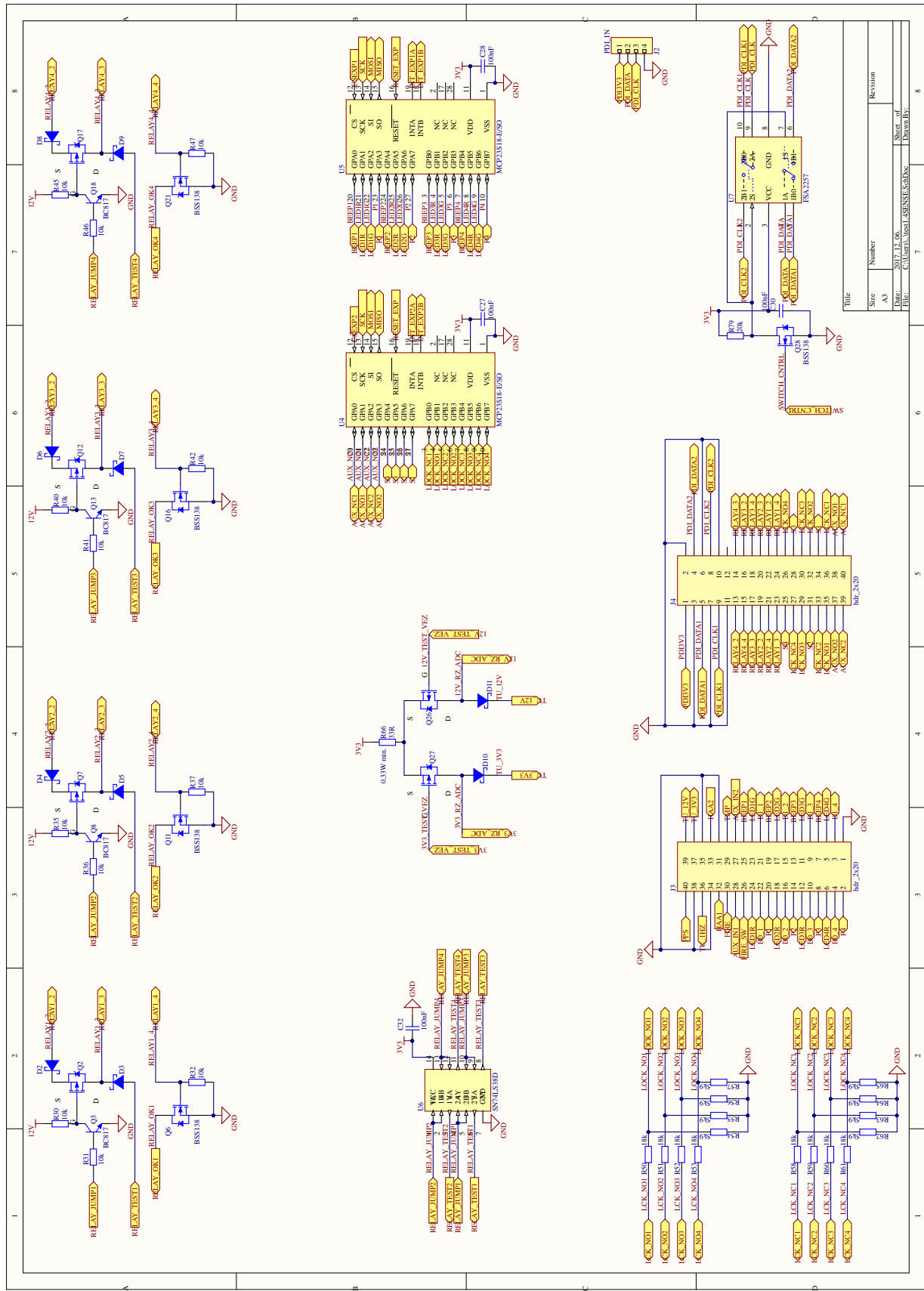
A PCB tervezésnél az általános szempontok mellett figyelembe vettem, hogy minél kisebb helyen elférjen a kapcsolat. Az önálló laboratóriumi munka utáni átalakításnál már nagyobb tapasztalattal tudtam ebbe belefogni és sikerült a korábbiánál kisebb tervet készíteni, annak ellenére, hogy több helyet foglalnak az alkatrészek.

## 4. Firmware

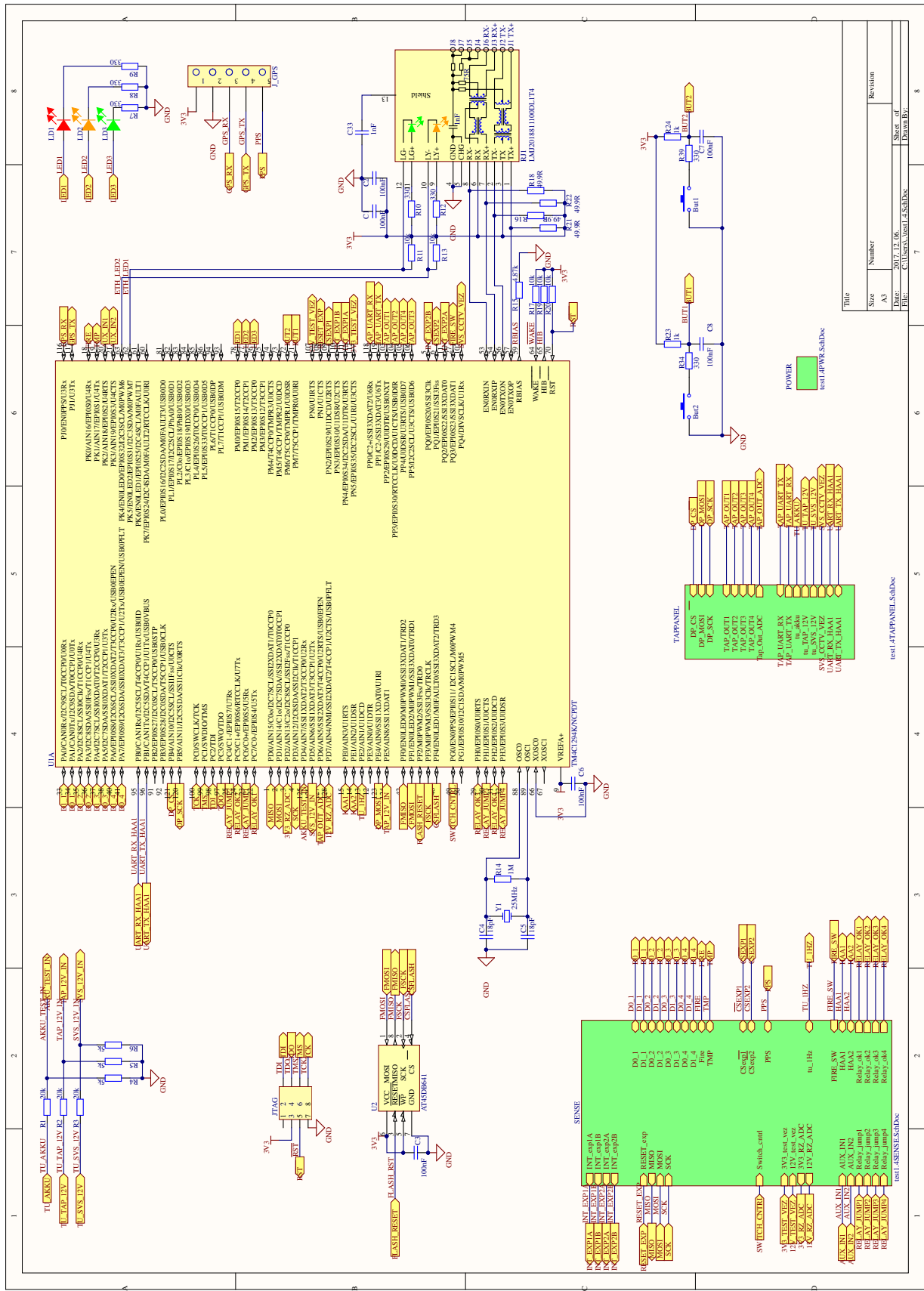
## 5. Értékelés, eredmények

Az első félév során elkészült a kapcsolási rajz és a PCB terv volt a célkitűzés, ami meg is valósult. A következő félévben a firmware írása és a kalibráció a feladat. A firmware írásába is belefogtam, de ennek még nagyon az elején tartok.

Alább a teljes kapcsolási rajz és a PCB terv látható.

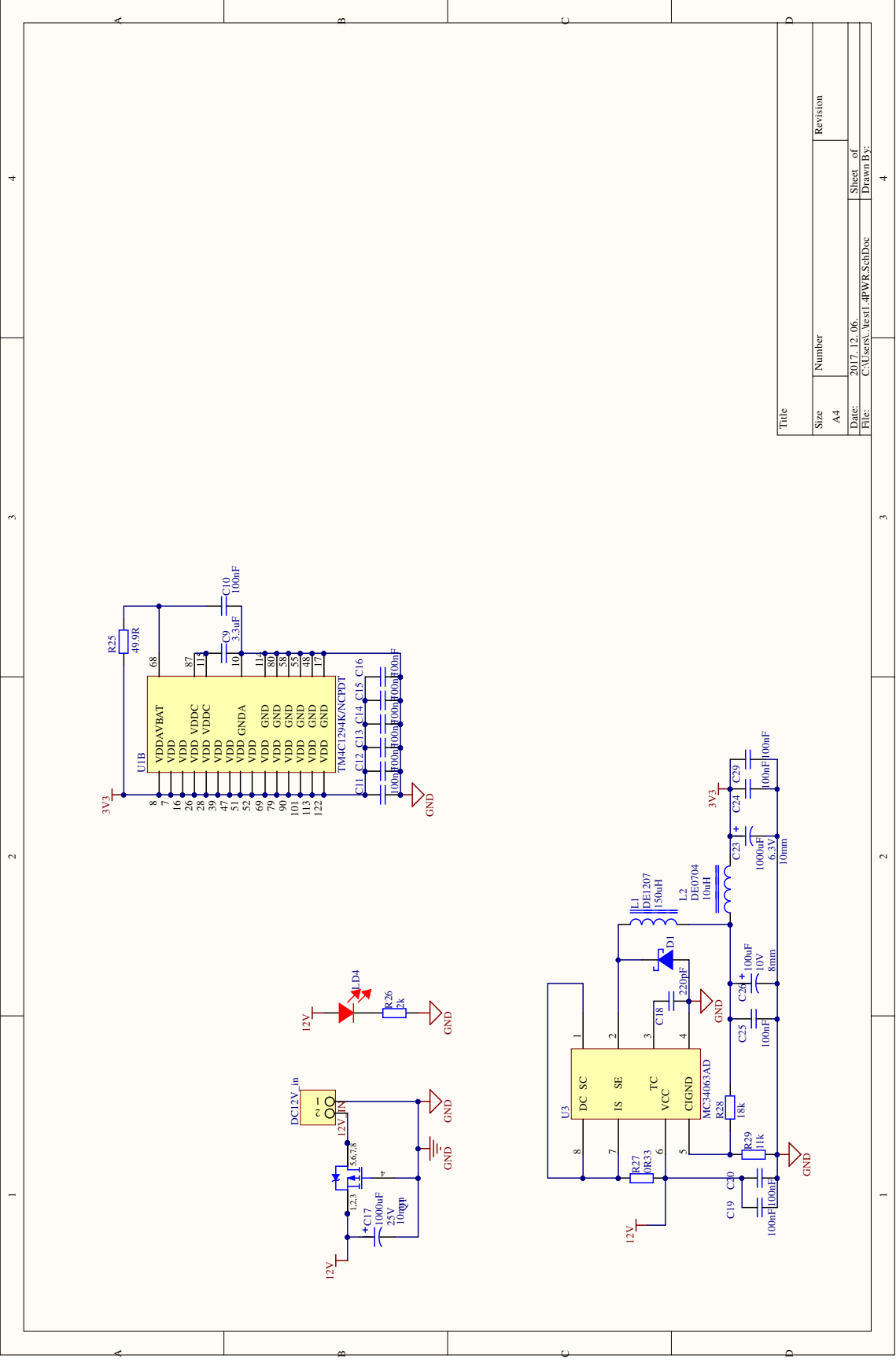






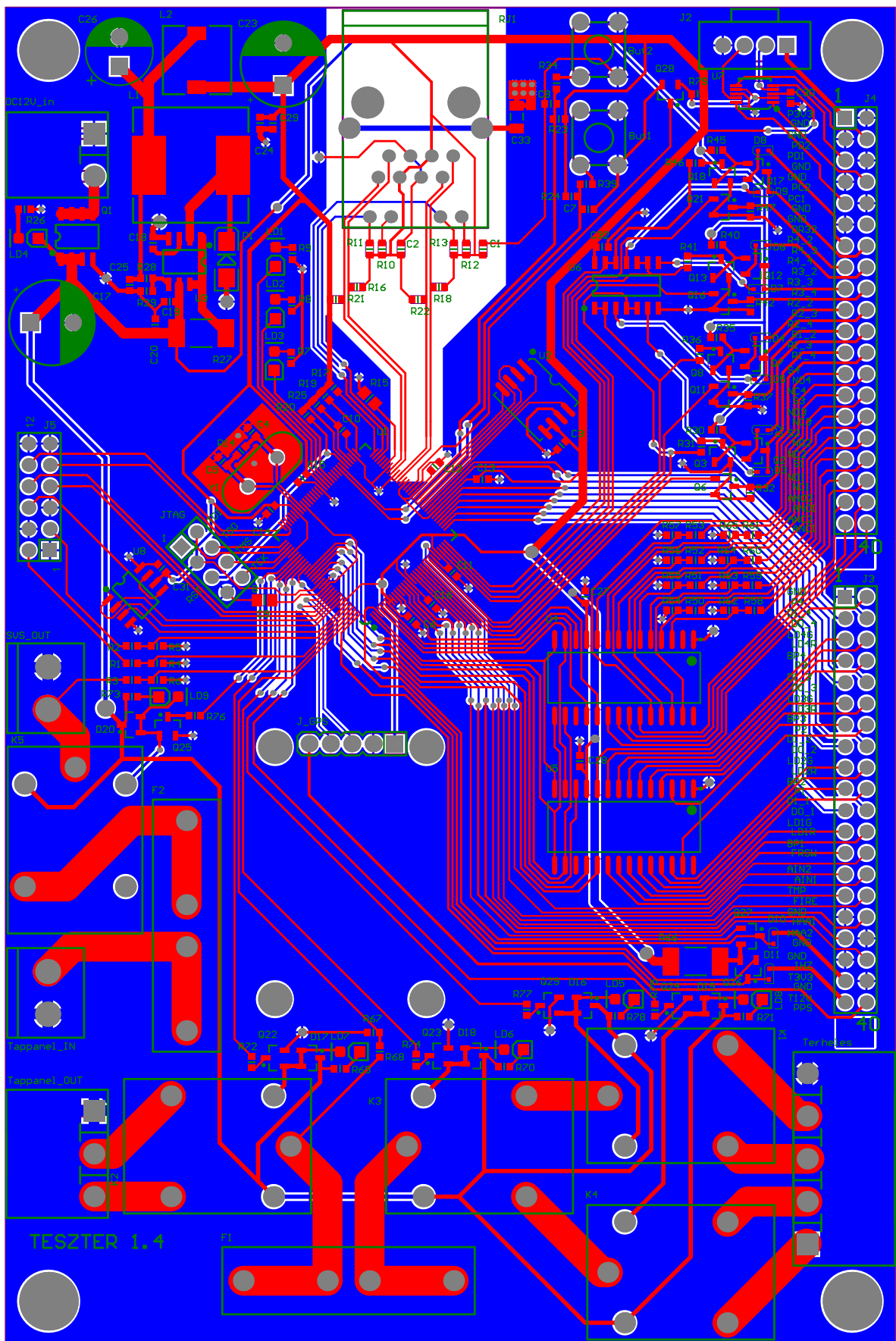
Title			
Size	Number	Revision	
A3			
Date:	2017.12.06		Sheet of
File:	C:\Users\user\Documents\Drawn By:		

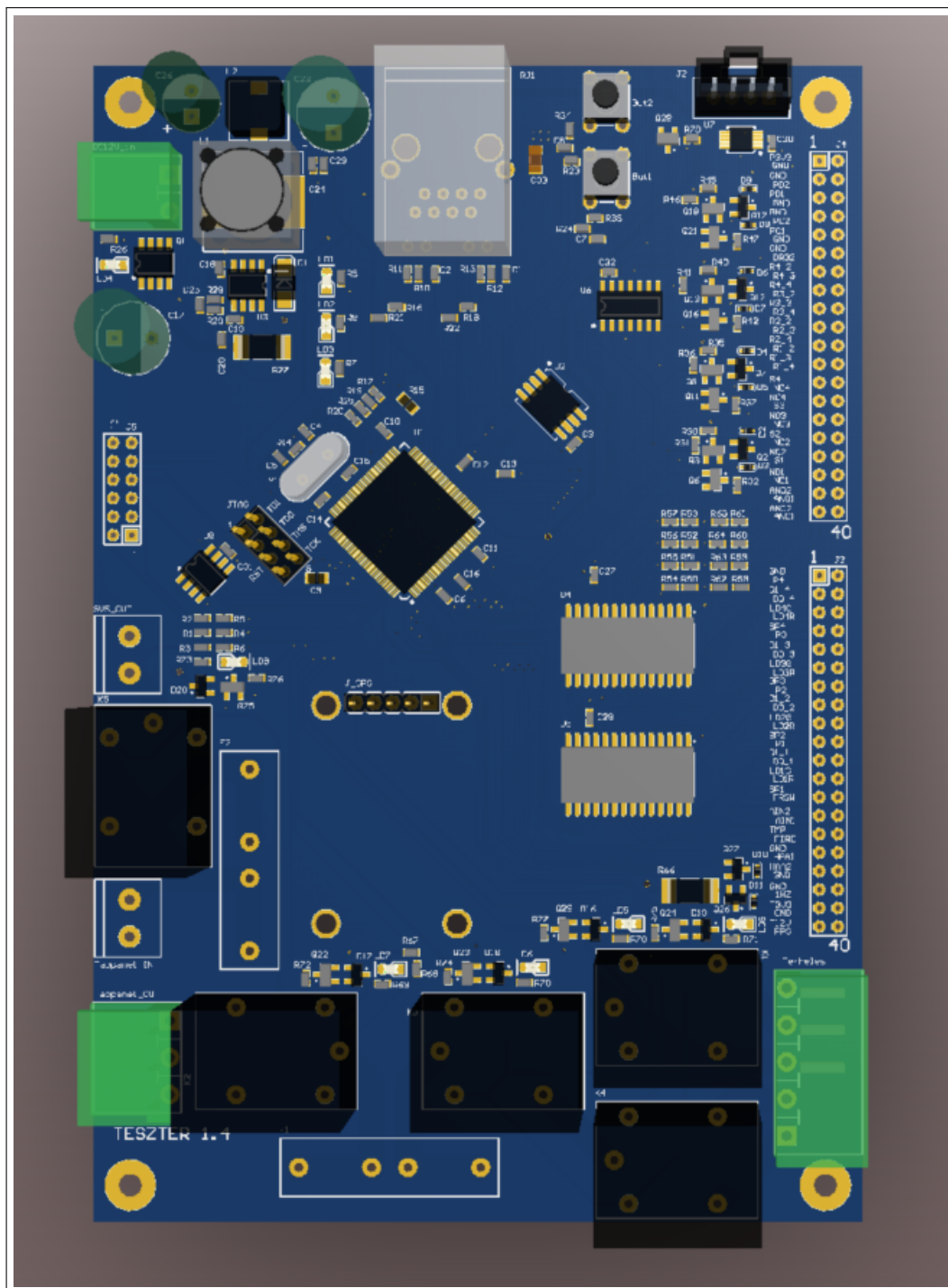
Title: 13. Panel	
Size: A3	Number: 1
Date: 2017.12.06	
File: C:\Users\user\Documents\Drawn By: 8	



Title		Revision	
Size	Number		
A4			
Date:	2017.12.06.	Sheet of	
File:	C:\Users\vest14\PR\SchDoc	Drawn By:	







3. ábra. Az eszköz 3 dimenziós képe.

## Hivatkozások

- [1] At45db321e-dte adatlap. <http://www.tme.eu/en/Document/e3184090100272b67a422d10e8418c76/AT45DB321E-DTE.pdf>. Látogatás: 2017-05-17.
- [2] Fsa2257 adatlap. <http://www.onsemi.com/pub/Collateral/FSA2257-D.pdf>. Látogatás: 2017-12-07.
- [3] Mc34063ad adatlap. <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MC34063A-D.PDF>. Látogatás: 2017-05-16.
- [4] Mcp23s18 adatlap. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/22103a.pdf>. Látogatás: 2017-05-17.
- [5] Mcp4161 adatlap. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/22059b.pdf>. Látogatás: 2017-12-07.
- [6] Sn74ls38d adatlap. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74ls38.pdf>. Látogatás: 2017-05-17.
- [7] Svs cctv tápegység,. <https://www.amazon.in/ZVision-10Amp-Power-Supply-Driver/dp/B00Z9SF8BY/>. Látogatás: 2017-12-07.
- [8] Tm4c1294ncpdt adatlap. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tm4c1294ncpdt.pdf>. Látogatás: 2017-12-07.