

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko
Laboratorij za robotiko



Predmet
Načrtovanje elektro-mehanskih izdelkov

**POROČILO – ELEKTRONSKI DEL
ORODJE ZA POBIRANJE STEBELNE ZELENJAVE**

ALJAŽ MUROVEC

Ljubljana, 2022

1.) Predstavitev problema in ideje

Izdelava načrta električnega vezja oz. PCB plošče, ki bo omogočala realizacijo delovanja mehanskega dela pri načrtovanju orodja za pobiranje stebelne zelenjave. Kot osnovo vezja smo vzeli mikrokrmilnik STM32L476RG na katerega je bilo potrebno pripeljati vse ostale komponente, ki bodo skrbele za pravilno delovanje orodja. Za napajanje vezja skrbi 24V baterija, zato je bilo potrebno to napetost zmanjšati, saj določene komponente vezja delujejo na precej manjši napetosti, poleg tega pa poskrbeti tudi za stabilizacijo napetosti. Večji del vezja vsebuje elemente, potrebne za delovanje oz. krmiljenje motorjev, saj ti opravljajo glavno funkcijo orodja. Za to sem potreboval h-mostiče in enkoderje, nato pa sem poleg močnostnih konektorjev in statusnih LED diod, za boljšo uporabniško izkušnjo dodal še LCD zaslon, na kateremu se izpisujejo različne informacije. Za pravilno delovanje vezja je bilo potrebno poskrbeti še za pravilno širino povezav oz. upoštevati tokovne zahteve vezja.

2.) Predstavitev elektronskega dela

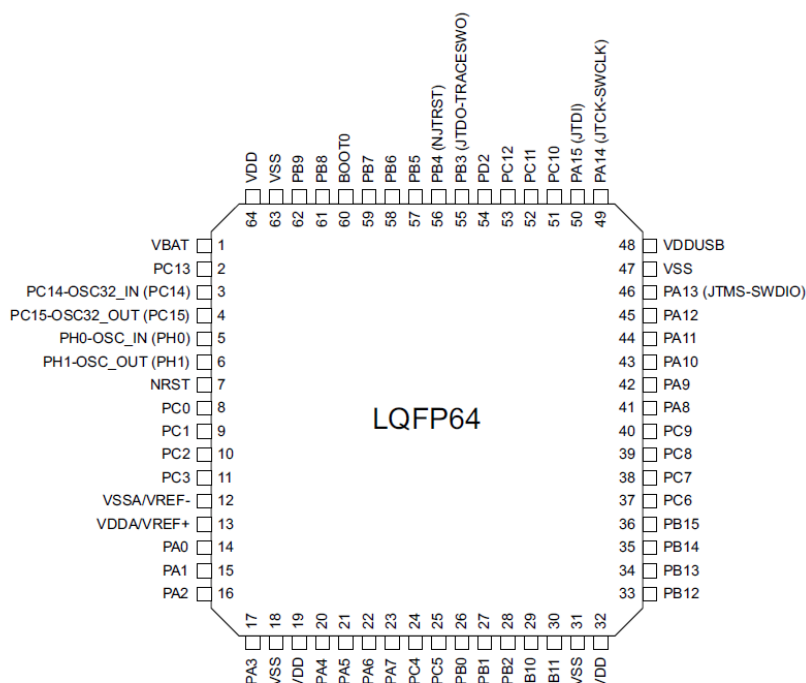
2.1.) Kosovnica

Designator	Comment	Manufacturer	Description	Quantity
C1, C2, C4, C6, C7, C8, C10, C11, C12, C14, C16, C18, C19, C20, C21, C24, C25, C26, C27, C28, C32, C33, C35, C37, C38, C39	100n			26
C3, C5, C9, C13, C15, C17	10n			6
C22, C31, C36	1u			3
C23, C29, C30	4u7	Würth Elektronik	SMD Aluminium Electrolytic Capacitor, Radial Can - SMD, 4.7 µF, 50 V, 5000 hours @ 105°C, Polar	3
C34	330u	Kemet	SMD Aluminium Electrolytic Capacitor, Radial Can - SMD, 4.7 µF, 50 V, 5000 hours @ 105°C, Polar	1
CN1, CN3, CN5	JST XH 4	JASO	JST XH 4 Pin Connector	3
CN2, CN4, CN6, CN7	PHOENIX_CONTACT_2x1_	Phoenix Contact	Pin header, straight, Straight, 5mm Pitch, 2 Poles, Phoenix Contact	4
CN8	SHF-105-01-L-D-SM	Samtec	Pin Header, Vertical, Wire-to-Board, 1.27 mm, 2 Rows, 10 Contacts, Surface Mount, SHF	1
D1	SSS13HE	ON Semiconductor	Surface Mount Schottky Barrier Rectifier.	1
L1	150u	Würth Elektronik	Power Inductor (SMD), 150 µH, 1.8 A, Shielded, 1.8 A, WE-PD, 12mm x 12mm x 8mm	1
LCD1	MCCOG21605C6W-BNMLWI	MIDAS	Alphanumeric LCD, 16 x 2, White on Blue, 3V to 5V, I2C, English, Japanese, Transmissive	1
LED1, LED2	LED_SMD_GREEN			2
R1, R2, R4, R5, R7, R8	100R			6
R3, R6, R9, R11, R12	200R			5
R10	TC33X-2-502E	Bourns	Trimpot, Single Turn, Cermet, Top Adjust, 5 kohm, Surface Mount, 1 Turns	1
R13	0R			1
R14	220R			1
R15	10k			1
SW1, SW3, SW6	PTS645SM43SMTR92LFS	C&K Components	Tactile Switch, PT645, Top Actuated, Surface Mount, Round Button, 160 gf, 50mA at 12VDC	3
SW2	A6H-4101	Omron	DIP / SIP Switch, 4 Circuits, Slide, Surface Mount, SPST, 24 VDC, 25 mA	1
U1, U4, U6, U8	TXS0104EPWR	Texas Instruments	Voltage Level Translator, 4 Input, 50 mA, 4.6 ns, 1.65 V to 5.5 V, TSSOP-14	4
U2, U5, U7	MP6619GQ-P	MPS	H-Bridge Motor driver	3
U3	32-bit Microcontroller	STMicroelectronics	STM32 Arm-based 32-bit Microcontroller	1
U9	LT1107	Linear technology	Micropower DC/DC Converter Adjustable and Fixed 5V, 12V	1
U10	NCP164C	On Semiconductor	LDO Regulator, 300mA, Low Dropout Voltage, Ultra Low Noise, High PSRR with Power Good	1

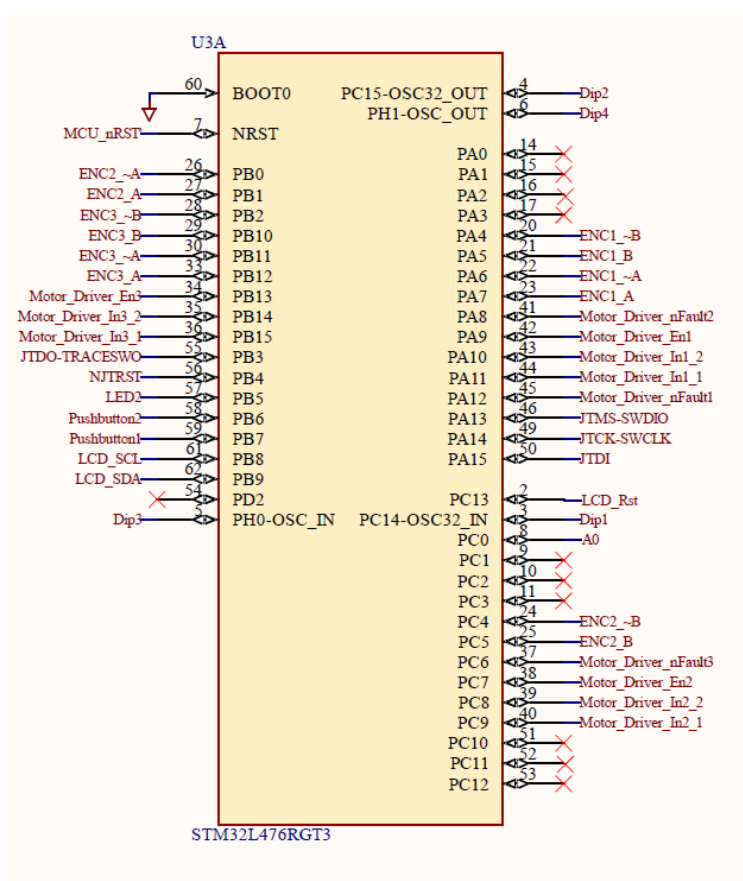
2.2.) Shematski prikaz in razlaga delovanja vezja

- **STM32 mikrokontroler**

Za mikrokontroler smo vzeli STM32L476RGT. Pinout prikazan na spodnji sliki je vzet iz data sheet, zraven pa je priložena tudi shematika z vsemi povezavami, kot so uporabljene v nadaljevanju.

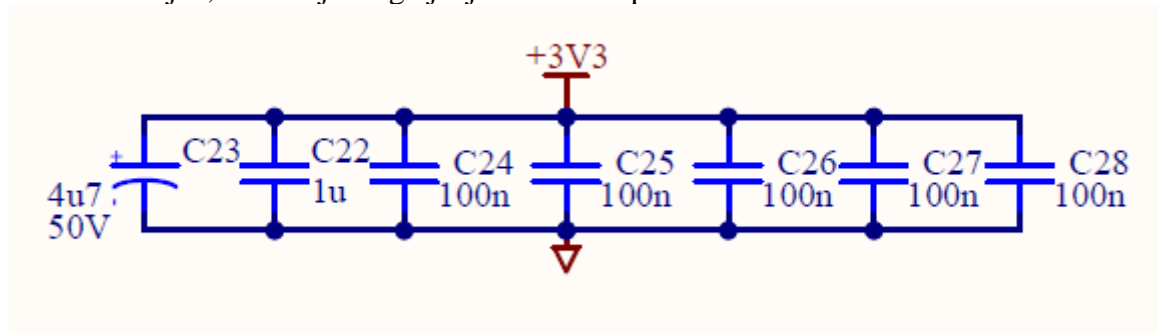


MS31272V5



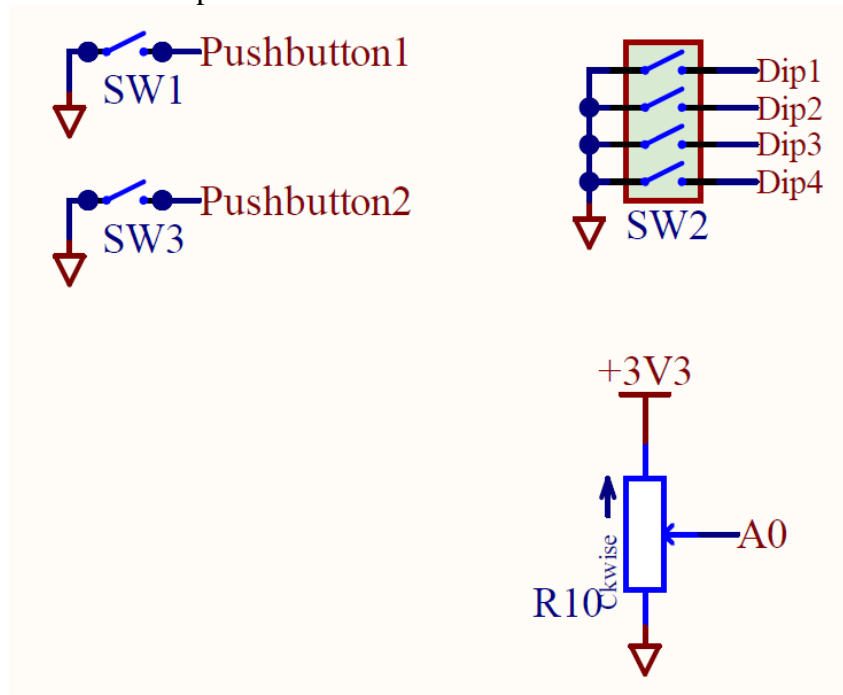
- **Kondenzatorji pri napajalnih pinih**

Blizu napajalnih pinov imamo z 3.3V napajanja proti masi vzporedno vezanih več kondenzatorjev, ki skrbijo za glajenje vhodne napetosti.



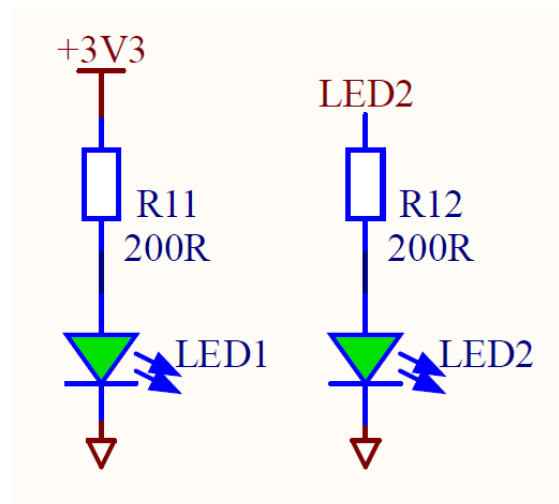
- **Tipke, DIP stikalo, potenciometer**

Dodal sem 2 tipki, DIP stikalo in potenciometer, ki bi kasneje ob morebitni nadgradnji orodja, uporabniku služili za nastavljanje raznih parametrov, spreminjanje prikazanih podatkov na LCD zaslonu ipd.



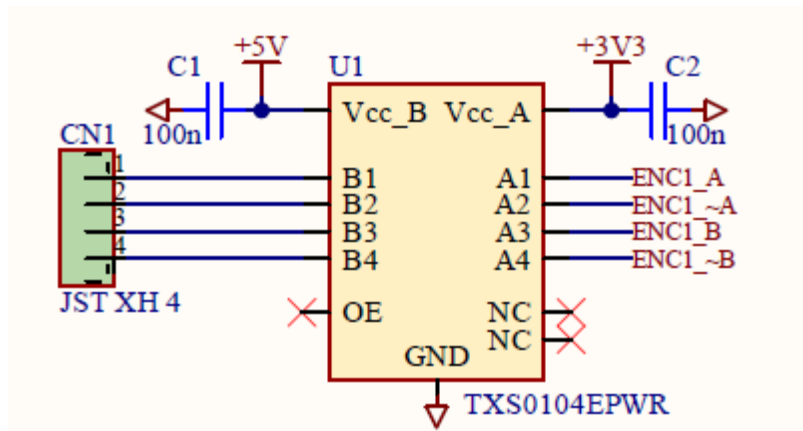
- **Statusni LED diodi**

Statusni LED diodi, ki sta priključeni na 3.3V napajanje. Dodana sta upora, ki omejujeta tok skozi LED diodi in s tem preprečujeta, da bi ti pregoreli.



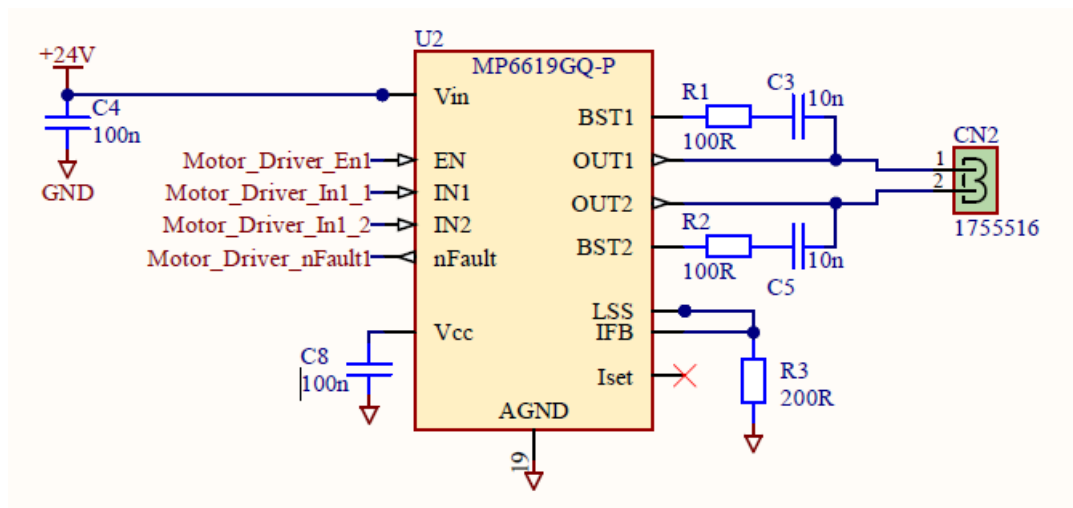
- **Level shifter za enkoder**

Spodaj uporabljen level shifter oz. translator TXS0104EPWR za enkoder iz 5 V na 3.3 V



- **H-mostič**

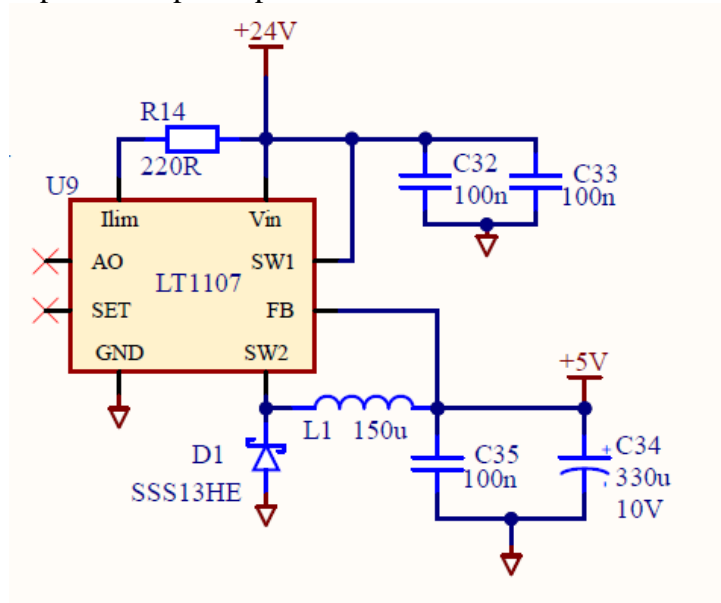
V vezju so dodani trije H-mostiči MP6619GQ-P za krmiljenje motorjev, ki so priključeni na konektorje povezane na izhod H-mostiča skupaj z bootstrap upori. Čip je priključen na vhodno napetost 24 V kondenzatorji pa gladijo napetost. Na IN vhodih s pulzno širinsko modulacijo krmilimo motorje.



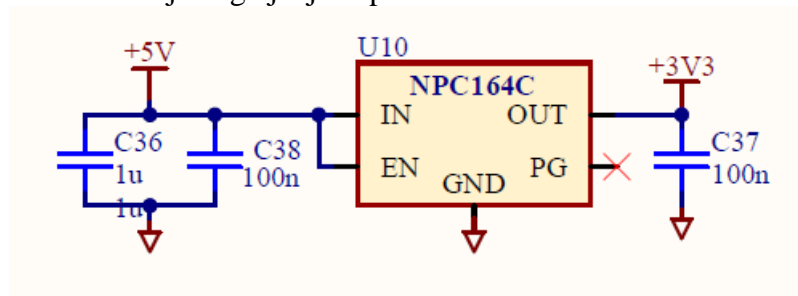
- **DC/DC pretvornik**

Uporabil sem DC/DC pretvornik LT1107 za pretvarjanje napetosti iz 24 V na 5 V in linearni napetostni regulator NPC164C za pretvarjanje napetosti iz 5 V na 3.3 V.

Upor na pinu 1 pri LT1107 skrbi za omejevanje toka, Schottky dioda pa je dodana za nižanje napetosti ob preklopu.

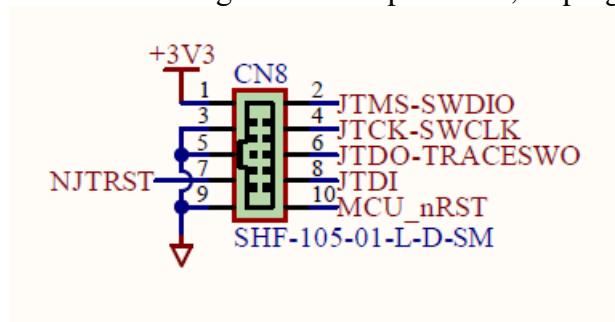


Linearni napetostni regulator je precej cenejši in enostavnejši za izvedbo, dodani so zgolj kondenzatorji za glajenje napetosti.



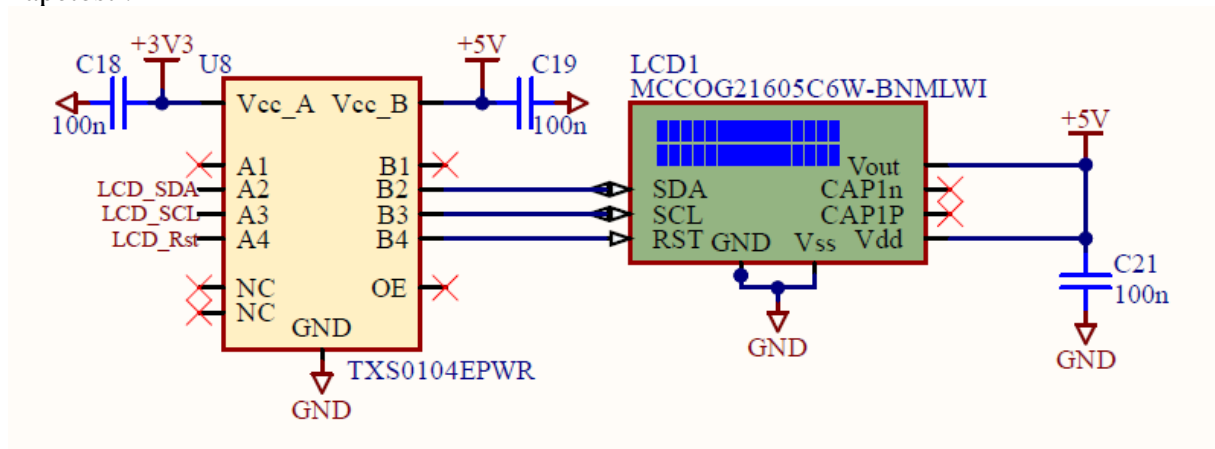
- **JTAG/ST link povezava**

JTAG nam omogoča ST link povezavo, za programiranje in debugiranje mikrokontrolerja.

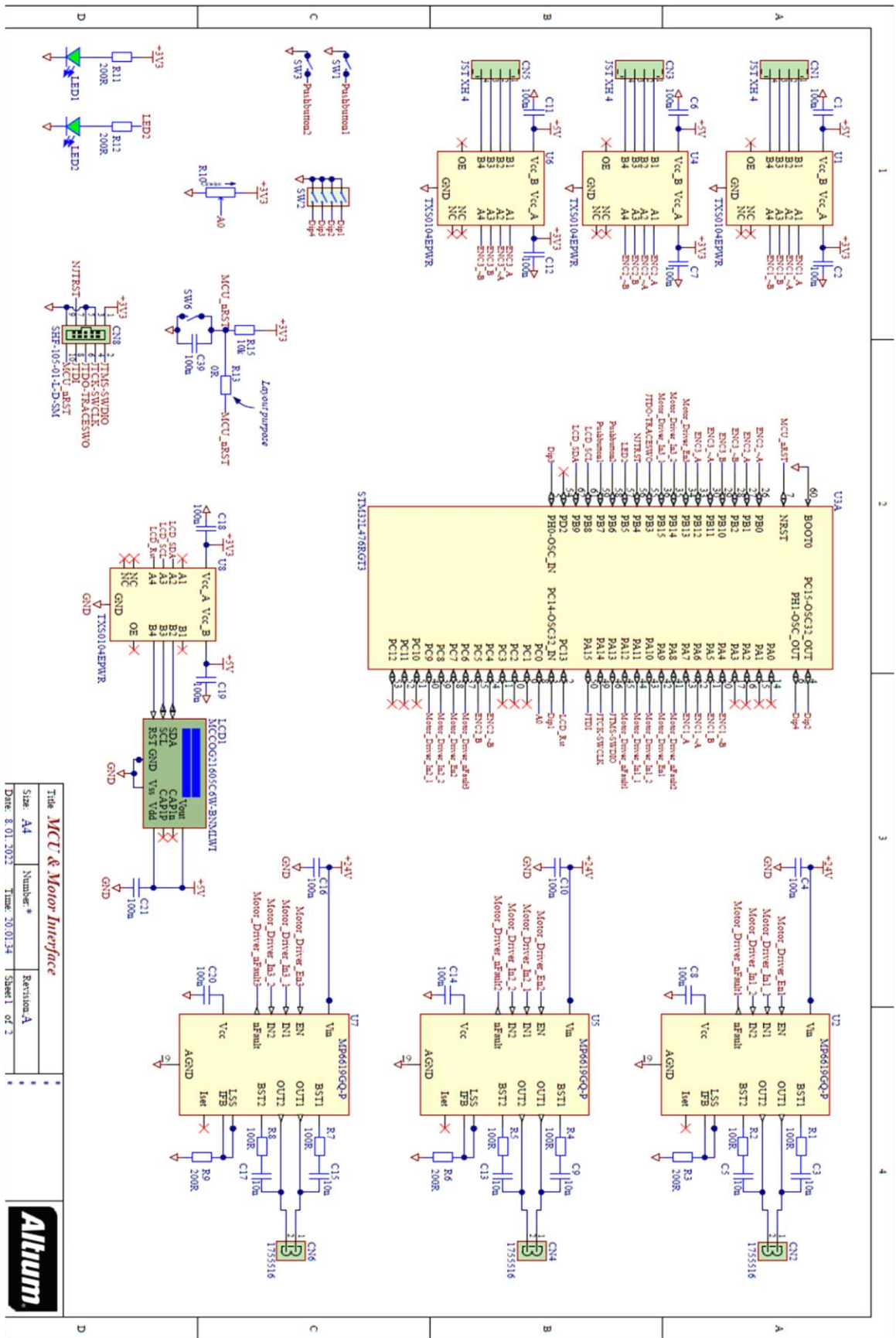


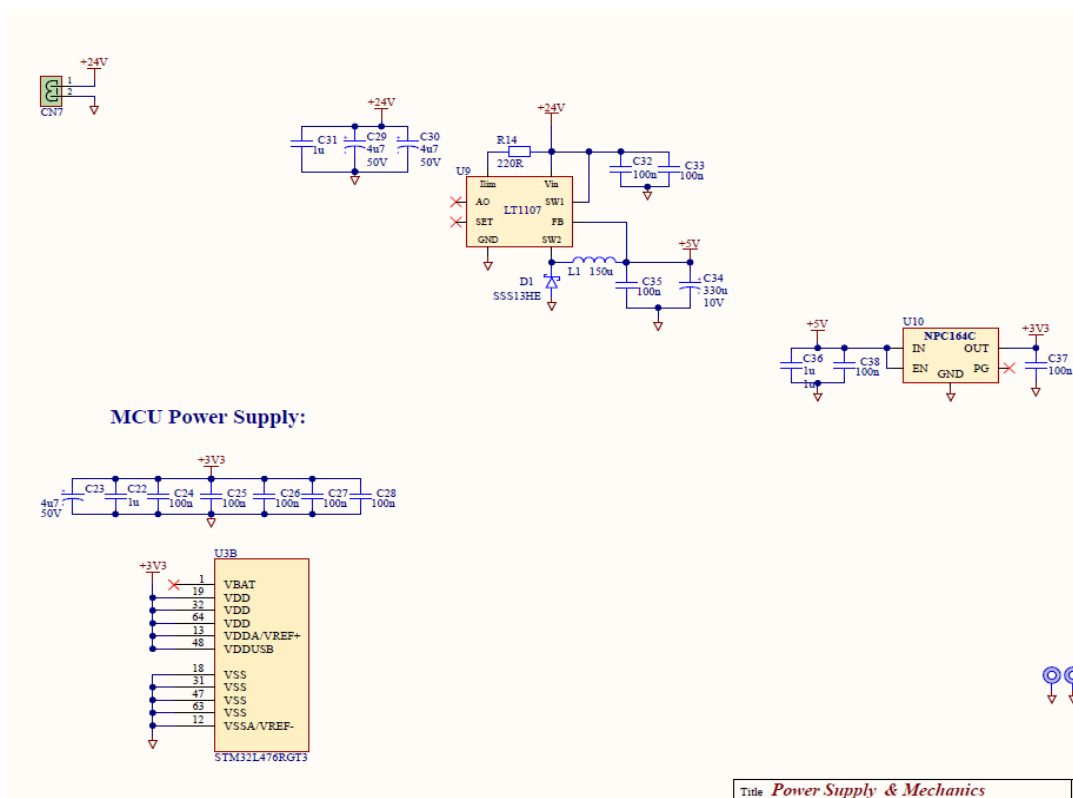
- **LCD display**

Za napajalno napetost vzamemo 5 V, ki skrbi tudi za logični del. Na SDA, SCL in RST pine pripeljemo izhod iz level translatorja (3.3 V to 5 V) za translacijo logičnih nivojev oz, napetosti.



2.3.) Razvoj sheme





2.4.) Razvoj tiskanega vezja

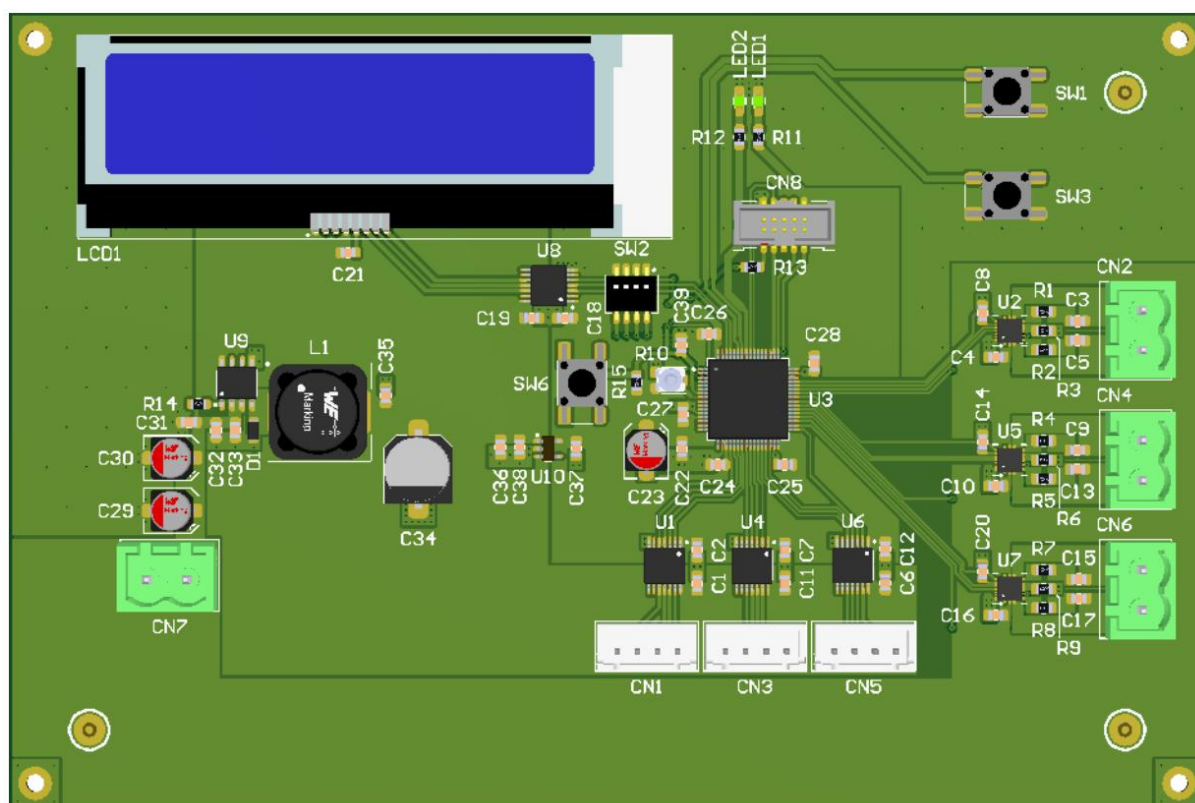
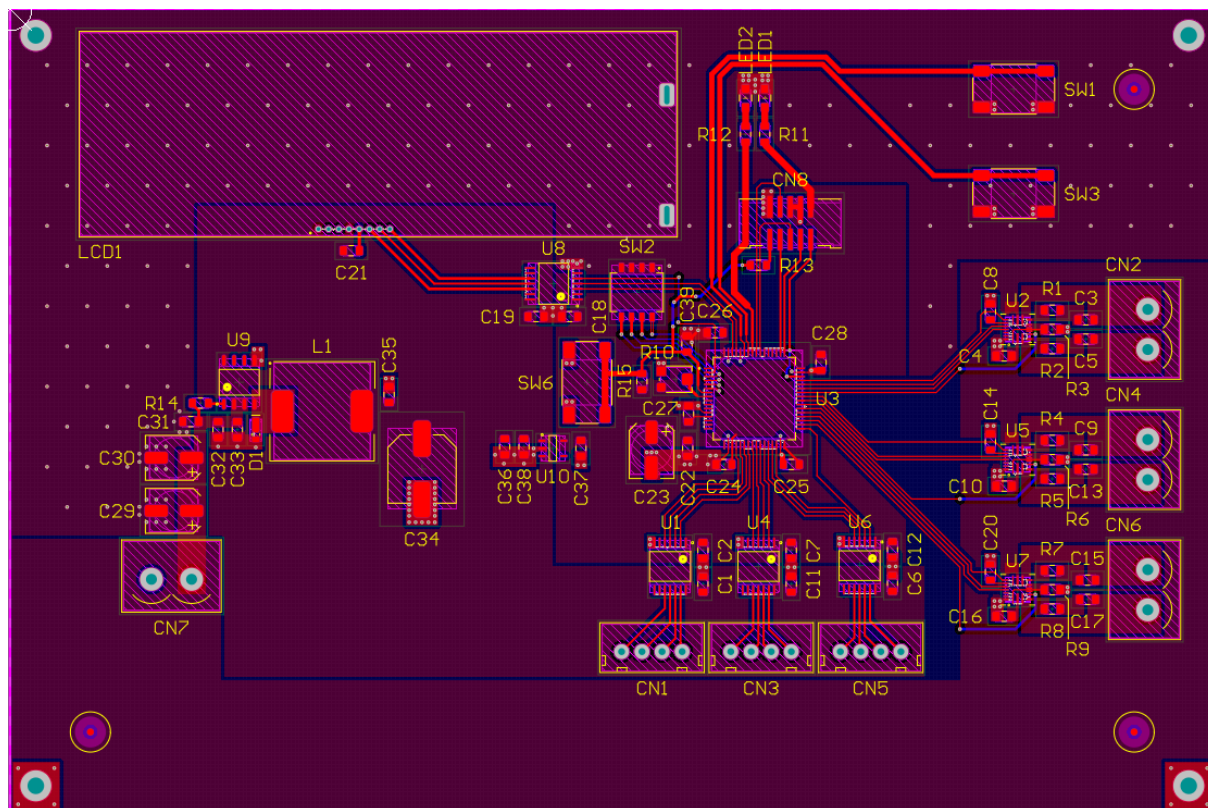
***podrobnejši prikaz z vso dokumentacijo oz. outjob narejen v Altiumu je priložen v PDF datoteki DOC-STM32_BOARD_v1A.pdf

Uporabil sem samo dve plasti bakra in polaganje zgolj na vrhu, da bi s tem zmanjšal stroške izdelave obenem pa ne bi prav dosti zmanjšal učinkovitosti vezja.

Layer Stack Legend

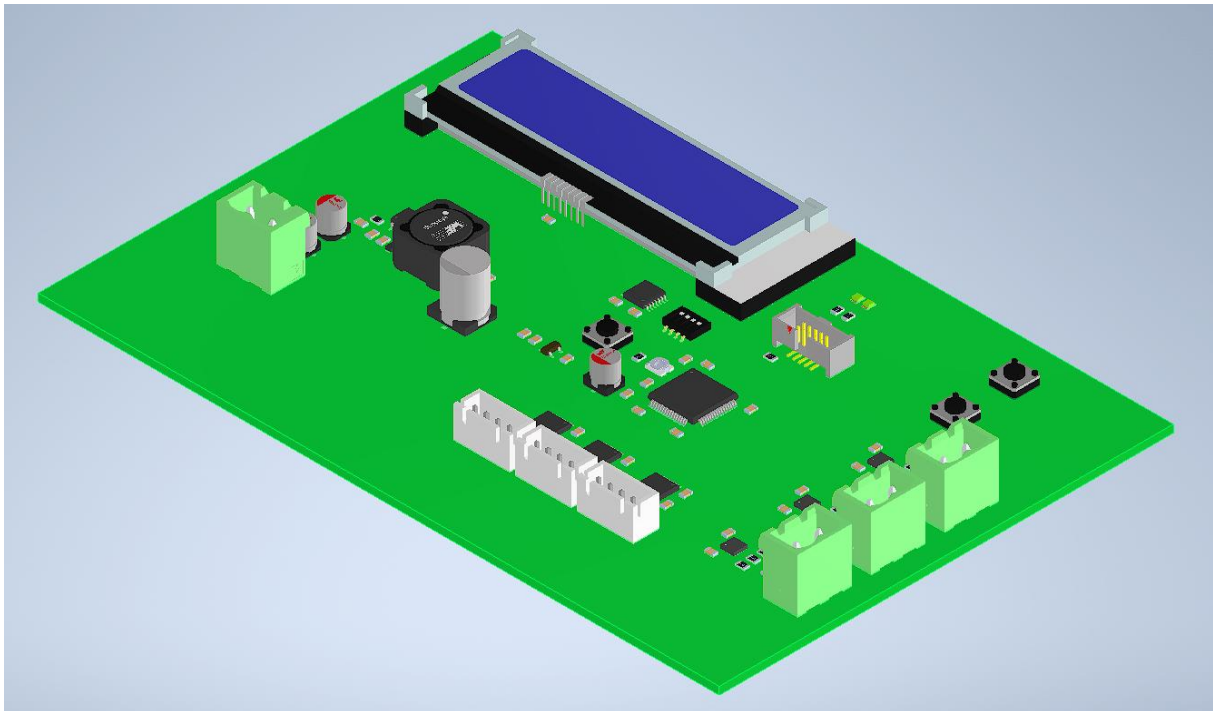
	Thickness	Dielectric Material	Gerber	Layer	Material
			GTO	Top Overlay	
	0.01mm	Solder Resist	GTS	Top Solder	Surface Material
	0.02mm			Top Surface Finish	PbSn
	0.04mm		GTL	Top Layer	Copper
	1.60mm	FR-4			
	0.04mm		GBL	Bottom Layer	Copper
	0.02mm			Bottom Surface Finish	PbSn
	0.01mm	Solder Resist	GBS	Bottom Solder	Surface Material
Total thickness: 1.73mm					

Kondenzatorji pri napajanju so postavljeni čim bližje pinom, da lahko zagotavljamo stabilno napetost. Zaradi zagotavljanja čim krajših povezav so nekatere linije pod kotom 45 stopinj.



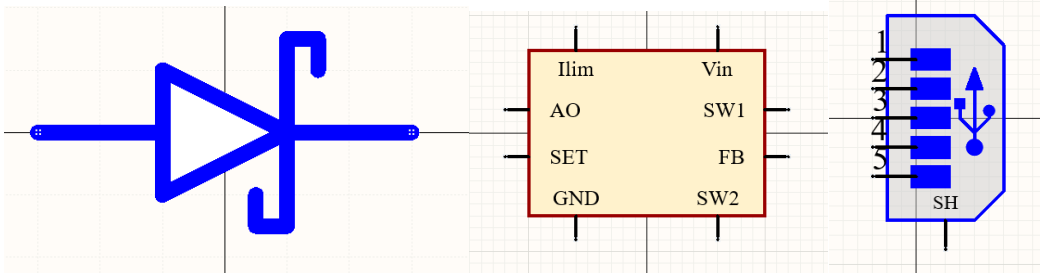
2.5.) Vključitev 3D modela v mehanski sestav

***Video PCB assembly s prikazom eksplozijskega sestava je priložen v mapi.

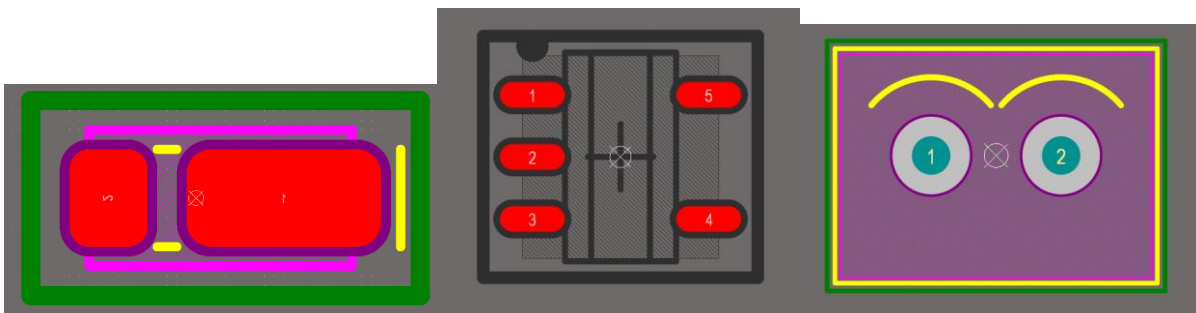


2.6.) Razvoj knjižnice

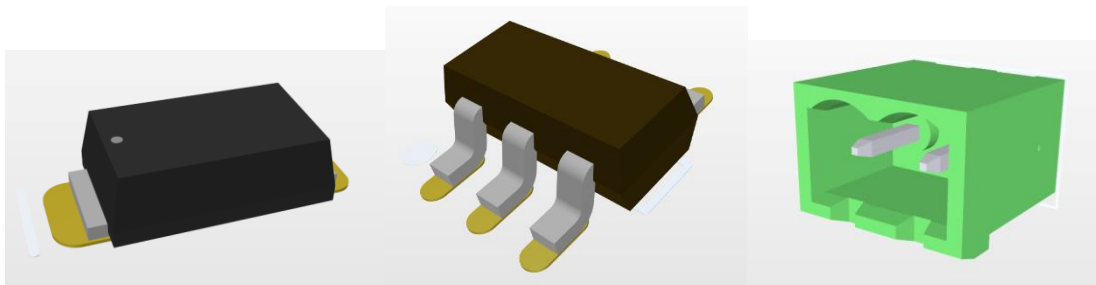
- Simbol za shemo elementa (Schottky dioda, IC power supply, Micro USB konektor)



- Podnožje elementa elementa (Schottky dioda, IC power supply, Micro USB konektor)



- 3D model elementa (Schottky dioda, IC power supply, Micro USB konektor)



*** Knjižnice so posebej priložene v mapi AltiumLibraries

3.) Predstavitev aktualnih problemov pri izdelku ter predlagane rešitve

Najprej bi še dodatno preučil izbiro trenutnih komponent in jih po potrebi zamenjal z bolj optimalnimi glede na potrebe orodja. Prav tako se nisem preveč posvečal termalnim potrebam vezja.

Kar se tiče nadgradnje, bi v vezje vključil več senzorjev; od čisto preprostih senzorjev vlage, temperature ipd., ki bi uporabniku omogočali spremljanje delovnega okolja robota pa do senzorjev razdalje, laserski senzor (prekinjen žarek bi pomenil, da je špargelj med obema rokama, kar bi sprožilo začetek rezanja), dodal pa bi lahko tudi končna stikala in s tem poenostavil delovanje motorjev.

Smiselna bi bila tudi uporaba UPS, s čimer bi lahko preprečili izgubo podatkov pridobljenih iz senzorjev in podatke o položaju motorjev, v primeru izgube glavnega napajanja.