



**FAKULTA
ELEKTROTECHNICKÁ
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI**

2013

Pracoviště: Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky,
Fakulta elektrotechnická

Výzkumná zpráva č.: 22160-010-2013

Vývoj univerzálního měniče pro třífázové motory a stejnosměrné servomotory

Druh úkolu: vědecko-výzkumný
Řešitelé: Ing. Robert Nedvěd
Vedoucí úkolu: Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D
Počet stran: 13
Datum vydání: listopad 2013
Revize: 1

Tato práce vznikla s podporou projektu SGS-2012-071

Anotace

Tato výzkumná zpráva se zabývá popisem vyvinutého měniče, který je schopný ovládat třífázový asynchronní motory, třífázové synchronní motory s permanentními magnety, třífázové krokové motory a stejnosměrné motory do výkonu 3kW.

Seznam symbolů a zkratek

CAN	Controller Area Network
DIP	Dual Inline Package
DPS	Deska Plošného Spoje
DSP	Digital Singnal Processing
IDC	Insulation-Displacement Connector
IGBT	Insulated-Gate Bipolar Transistor
Miso	Master in, Slave out
Mosi	Master out, Slave in
PC	Personal Computer
PWM	Pulse-Width Modulation
SPI	Serial Peripheral Interface
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter

Obsah

1	ÚVOD	4
2	POPIS ZAŘÍZENÍ	5
2.1	Napájecí část	5
2.2	Výkonová část	5
2.3	Řídicí část	6
2.4	Možnosti připojení	6
3	PROGRAMOVACÍ PROSTŘEDÍ	7
4	SHRNUTÍ	7
5	PŘÍLOHY – ROZMÍSTĚNÍ SOUČÁSTEK A SCHÉMATA ZAPOJENÍ	8

1 Úvod

Cílem práce bylo vyvinout univerzální měnič napětí pro řízení asynchronních motorů, synchronních servomotorů, stejnosměrných servomotorů, třífázových krokových motorů a stejnosměrných servomotorů, jehož parametry budou srovnatelné s komerčně dostupnými měniči pro jednotlivé motory. Aplikace měniče je primárně určena pro laboratorní podmínky, jako pomocný měnič, který je možné rychle a jednoduše nakonfigurovat na testovaný motor. Avšak díky své univerzálnosti a jednoduchosti si může najít uplatnění i pro potřeby výuky, kde na něm mohou být prezentovány jednotlivé typy řízení motorů.

2 Popis zařízení

2.1 Napájecí část

Napájecí část (Obr. 7) zahrnuje jednofázový můstkový usměrňovač napětí B3, určený pro přímé připojení do sítě. Za usměrňovačem napětí následuje stejnosměrný meziobvod, složený ze dvou kondenzátorů 470 μ F, pro maximální napětí 400V. Prvotní nabíjení kondenzátorů je proudově omezeno pomocí sériových rezistorů, které jsou po nabití přemostěny kontaktem relé K1. O ochranu stejnosměrného meziobvodu se starají brzdné rezistory, umístěné na plošném spoji, které je možné rozšířit připojením externího brzdného rezistoru pomocí konektorů J1 a J2, který je nutný použít pro větší motory. Proti impulznímu přepětí, způsobeného spínáním nebo externími zdroji, je meziobvod chráněn pomocí odrušovacího fóliového kondenzátoru C25 a pomocí transilů D11 a D12. Poslední ochranou výkonové části je tavná pojistka F2, která zareaguje v případě, pokud selžou softwarové proudové ochrany a odstaví celý modul od napájení.

2.2 Výkonová část

Jako výkonový prvek zajišťující spínání byl použit inteligentní modul FSBB30CH60C (Obr. 3), který je složen z šesti výkonových IGBT a jejich budičů. Modul je schopen spínat proud 30A a lze ho napájet napětím 600V, disponuje snímáním proudů spodních větví, které kontroluje s maximální hodnotou, nastavenou uživatelem. V případě překročení nastaveného proudu se uvede do havarijního stavu a odpojí své výstupy. Tato ochrana je hardwarová, integrovaná přímo v inteligentním modulu. Druhou proudovou ochranou je softwarová ochrana. Proud je snímán pomocí snímacích rezistorů na spodních větvích můstků, snímané napětí je zesíleno operačními zesilovači, které slouží zároveň jako filtr spodní propust. Zesílené napětí je snímáno řídicím mikroprocesorem.

Výhodou použitého inteligentního modulu je integrace všech součástí výkonové části v jednom pouzdře a tím i vyšší spolehlivost a jednodušší návrh plošného spoje. Navíc je chladič plocha modulu galvanicky oddělena a nemusí se používat izolační podložky a nehrozí jejich proražení.

2.3 Řídící část

Měnič je řízen procesorem STM32F405RGT6 (Obr. 6), jedná se o procesor Cortex-M4, s taktem jádra na frekvenci 168MHz. Je možné použít levnější procesor s jádrem Cortex-M3, který má stále dostatek výpočetního výkonu a je pinově kompatibilní. Výhodou použití procesoru s jádrem Cortex-M4 jsou mimo jiné i 3 integrované AD převodníky, díky kterým je možné snímat současně hodnotu proudů ve všech třech fázích. Dvojnásobná frekvence jádra, oproti M3, zvyšuje možné rozlišení PWM, při stejné spínací frekvenci. Další výhodou je i pomocný procesor pro výpočty v datovém formátu float(IEEE 754) a rozšířená instrukční sada o DSP instrukce.

Mezi implementované funkce patří skalární i vektorové řízení motoru, samozřejmostí je snímání hodnoty napětí v meziobvodu a jeho zavedení do regulační smyčky, dále eliminace vlivu mrtvých časů spínání, kontrola hodnoty napájecího napětí na budičích IGBT, ale i kontrola stavu krystalového oscilátoru, při jehož poruše procesor automaticky přejde na signál ze svého interního oscilátoru.

Před prvním spuštěním je nutné nakonfigurovat měnič dle připojeného motoru a vstupů. Pro hrubé nastavení je použit osmi pinový DIP přepínač (Obr. 4), kterým lze nastavit typ motoru, typ zpětné vazby, použití brzdy a rychlost komunikační sběrnice. Tyto parametry však nejsou dostatečné pro všechny typy motorů. Je třeba dodat další informace ohledně motoru i zpětné vazby. Tato konfigurace se provádí buď pomocí PC, nebo pomocí rozšiřujícího modulu s displejem.

2.4 Možnosti připojení

Popis konektorů z Obr. 1 z levého horního rohu směrem dolů. Prvním konektorem je tří pinová svorkovnice pro připojení brzdy motoru. Horní pin slouží pro přívod napájecího napětí brzdy druhým pin spíná brzdu k zemi, třetí pin je zem. Spínač je dimenzován na 60V a 1A.

Druhým konektorem je 6-ti pinová svorkovnice pro komunikační rozhraní. První dva piny slouží jako výstup odděleného napětí 5V a další dva piny slouží jako oddělená zem. Předposlední pin může být použit jako signál A komunikační sběrnice RS485 nebo CANL, komunikační sběrnice CAN. Poslední pin slouží jako B nebo CANH.

Následuje 6-ti pinový IDC konektor, který je určen pro komunikaci s rozšiřujícím modulem po sběrnici SPI nebo UART. Piny 2 a 4 jsou oddělená zem, pin 6 je oddělené napájení 5V. Pin 1 je

hodinový signál SPI komunikace, měnič se při komunikaci chová jako master, signál jde směrem ven z měniče. Pin 3 může sloužit jako Tx nebo Mosi a pin 5 je vstupní komunikační linka, která může být Rx nebo Miso. Maximální rychlost komunikace je omezena rychlostí galvanického oddělovače na $10 \text{ MBaud} \cdot \text{s}^{-1}$.

Posledním konektorem na levé straně desky je 10 pinová svorkovnice pro připojení zpětné vazby a řízení. První čtyři piny shora slouží pro připojení inkrementálního čidla polohy, respektive A+, A-, B+, B- shora dolů. Další čtyři piny slouží pro připojení ovládacích pulzů STEP a DIR, pinové zapojení STEP+, STEP-, DIR+, DIR- shora dolů. Poslední dva piny připojují signál ENABLE, kterým je možné deaktivovat výstup měniče. Všechny piny jsou určeny pro napěťové úrovně 3,3V až 5V, pro připojení vyšších napěťových úrovní je nutné osadit větší rezistory na spodní straně desky.

Na pravé straně plošného spoje se nachází dvou pinový konektor pro připojení napájecího napětí, typicky AC230V a tří pinový konektor pro připojení motoru s vyvedením fází C, B, A shora dolů.

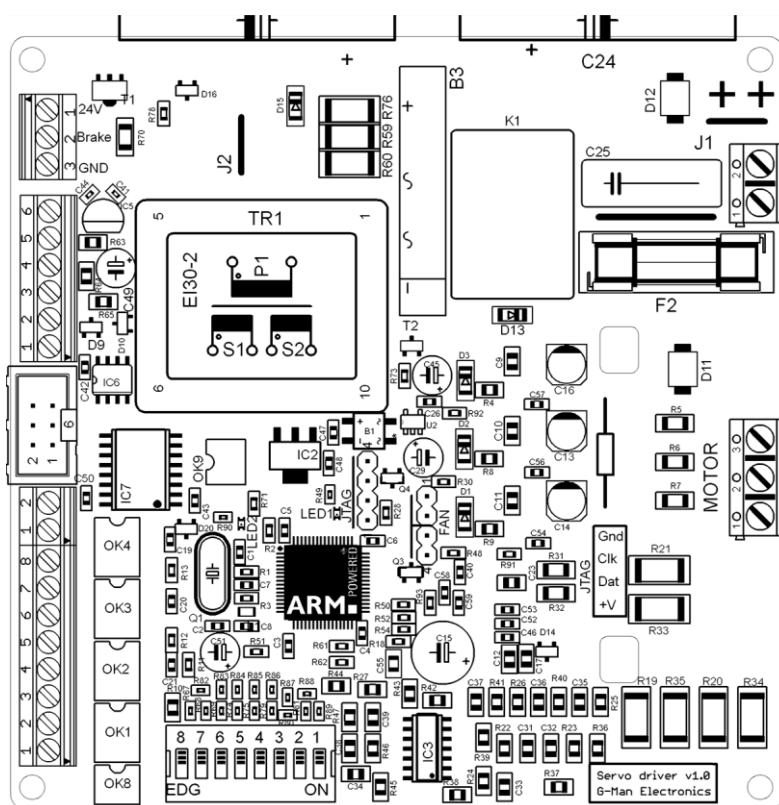
3 Programovací prostředí

K programování procesoru je možné použít jakékoliv prostředí, které podporuje procesory s jádrem Cortex-M4, jedná se převážně o komerční produkty. Pro tuto aplikaci bylo použito vývojové prostředí CoCoX. Jedná se o otevřené vývojové prostředí zaměřené na procesory ARM, které v sobě zahrnuje všechny potřebné nástroje pro vývoj firmwaru. Není zde žádné omezení ve velikosti kódu ani počtu breakpointů, jak tomu bývá u demoverzí komerčních softwarů.

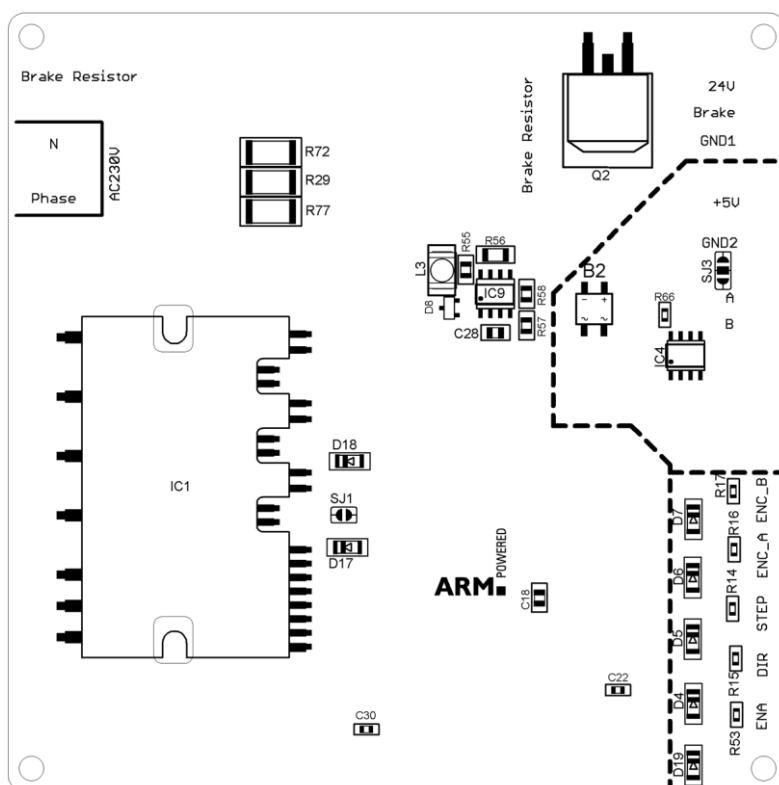
4 Shrnutí

Vyvinutý měnič je schopný ovládat téměř všechny typy běžně používaných motorů do výkonu 3kW. Měnič určen pro jednofázové síťové napájení AC230V, pokud bude potřeba napájet jiným napětím, je nutné dodat napájení pro logickou část v rozmezí 6 a 12 volty. Po splnění této podmínky je možné napájet výkonovou část libovolným napětím, s ohledem na napěťové dimenzování kondenzátorů v meziobvodu, typicky 400V. Výkonová část disponuje nadproudovou i přepětovou ochranou, které zaručují dlouhou životnost měniče.

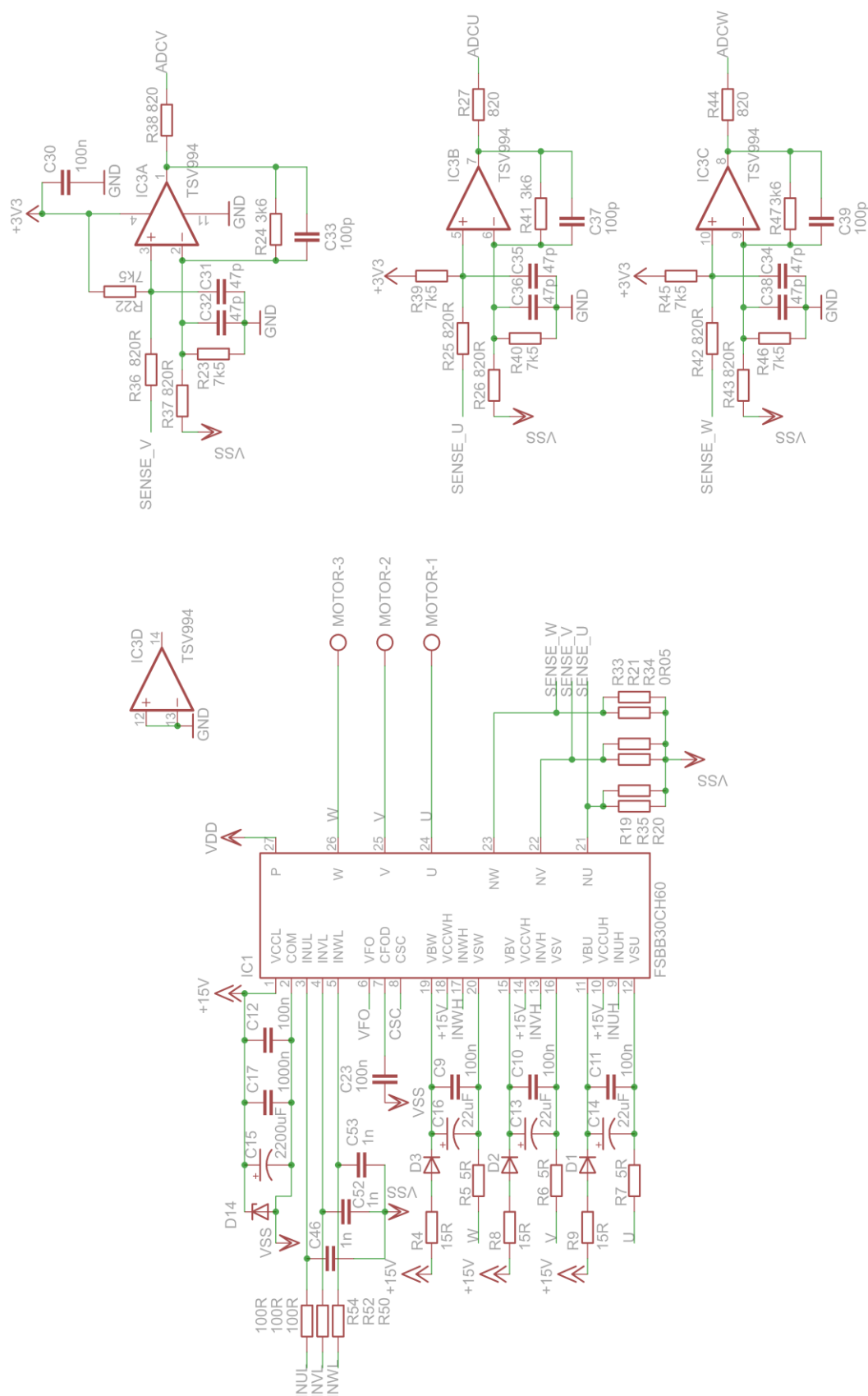
5 Přílohy – Rozmístění součástek a schémata zapojení



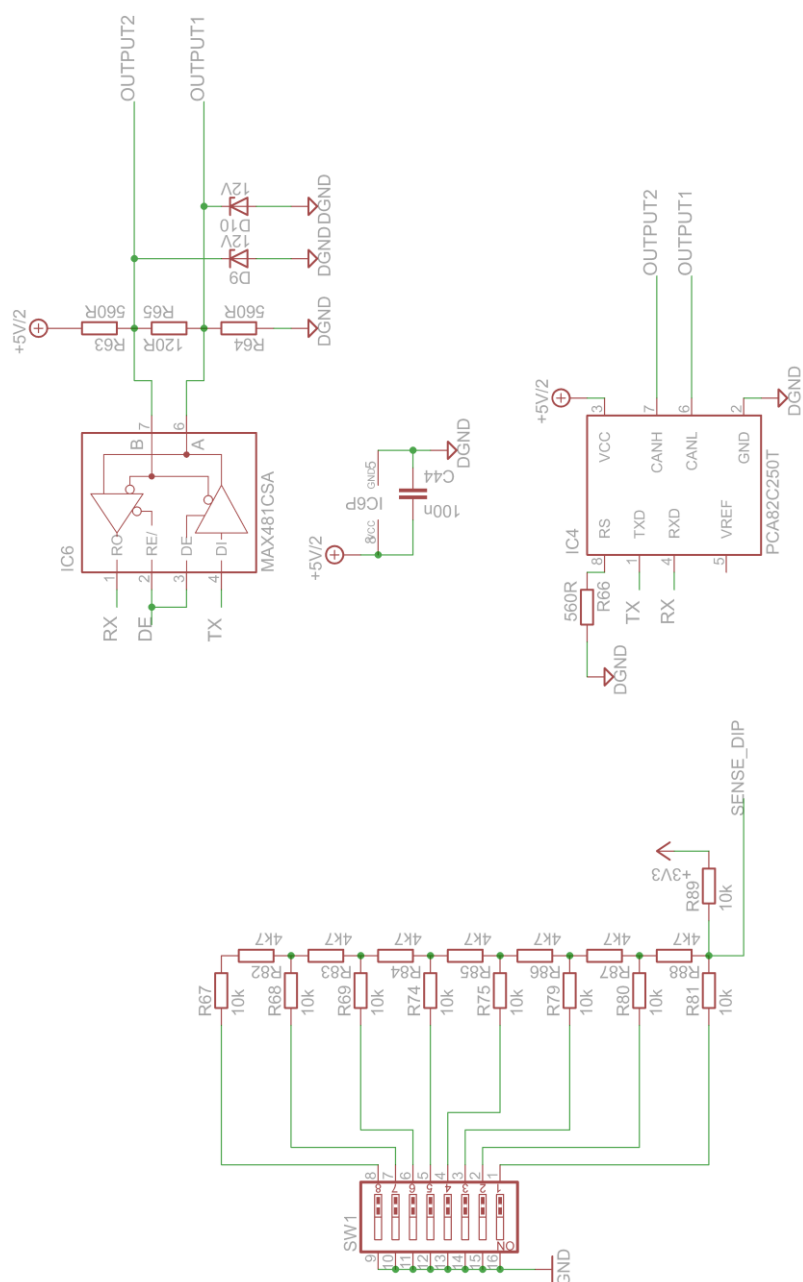
Obr. 1: Pohled na rozmístění součástek z horní strany plošného spoje



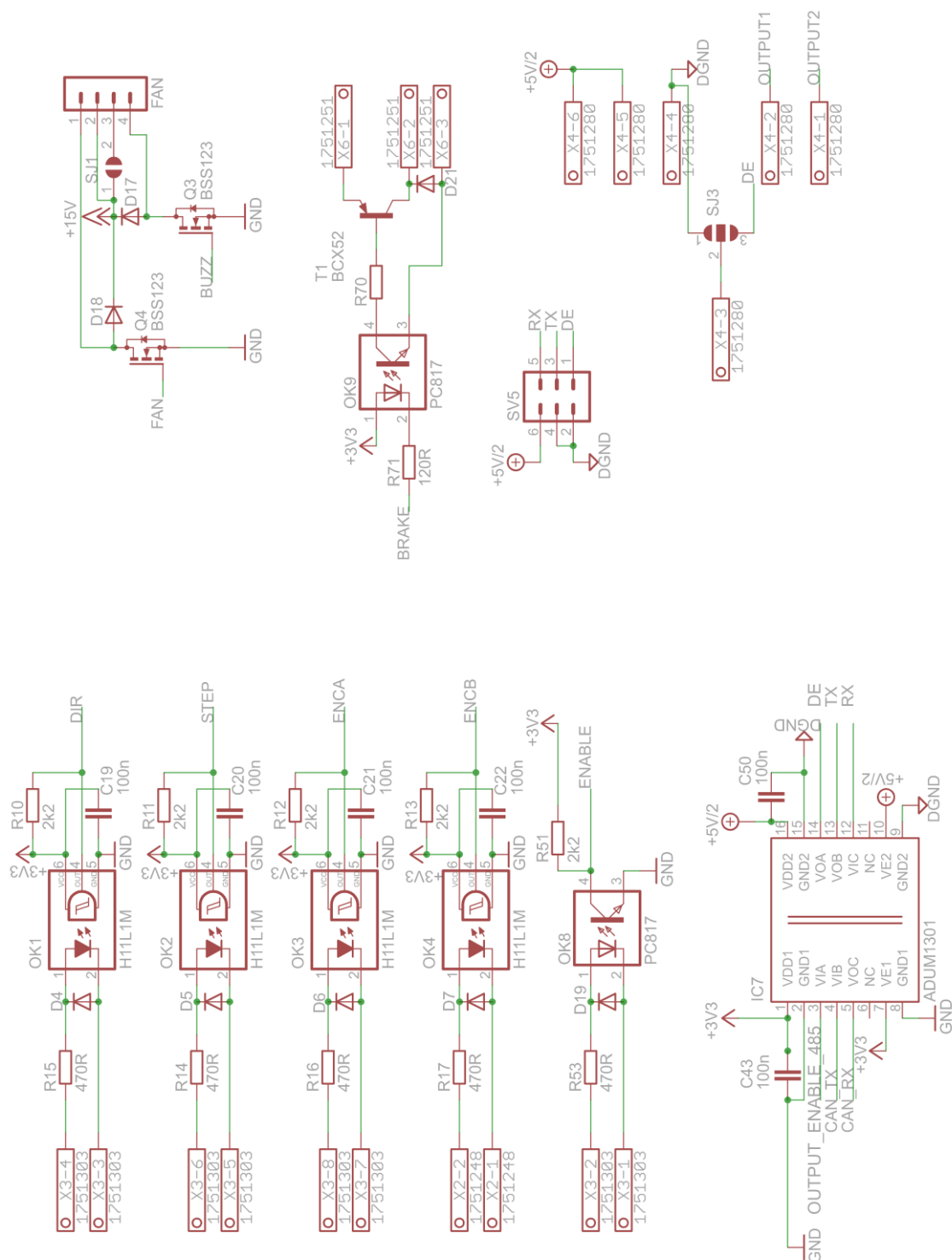
Obr. 2: Pohled na rozmístění součástek ze spodní strany plošného spoje



Obr. 3: Schéma zapojení inteligentního modulu a operačních zesilovačů pro snímání proudu



Obr. 4: Schéma zapojení budičů komunikačních sběrnic a zapojení DIP přepínače



Obr. 5: Schéma zapojení vstupů, výstupů a optických oddělovačů



