



**FAKULTA
ELEKTROTECHNICKÁ**
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

2013

Pracoviště: Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky,
Fakulta elektrotechnická

Výzkumná zpráva č.: 22160 - 003 - 2013

Mikrokontrolerový modul TMS570LS3137 pro MLC interface

Druh úkolu: vědecko-výzkumný
Řešitelé: Ing. Tomáš Košan
Vedoucí úkolu: Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
Počet stran: 22
Datum: Říjen 2013
Revize: 1

Tato práce vznikla s podporou projektu SGS-2012-071.

Anotace

Tato práce se zabývá popisem realizovaného mikrokontrolérového modulu s TMS570LS3137. Tento modul je navržen vývodově kompatibilní s MLC interface a tím pádem i s modulem eZdsp 28335. Umožňuje nám vyvíjet a optimalizovat algoritmy pro stejný typ mikrokontroléru, který je použitý v řídicím systému REMCS vyvinutém na RICE.

Abstract

This thesis describes the microcontroller module based on TMS570LS3137. This module is designed to be pin compatible with MLC interface, thus with eZdsp 28335 module also. It allows us to develop and optimize algorithms for same microcontroller which is used in control system REMCS developed by RICE.

Seznam symbolů a zkratk

DSP	Digital Signal Processor
GND	GrouND
JTAG	Joint Test Action Group
CCS	Code Composer Studio
MCU	MicroContoler Unit
EMI	Electro-Magnetic Interference
PC	Personal Computer
USB	Universal Serial Bus
PCB	Printed Circuit Board
DPS	Deska Plošného Spoje
SRAM	Static Random Access Memory
SDRAM	Synchronous Dynamic Random Access Memory
MibSPI	Multl Buffer Serial Peripheral Interface
EMIF	External Memory InterFace
REMCS	RICE Embedded Modular Control System

Obsah

1 Úvod	4
2 Vlastnosti modulu mikrokontroléru LS3137	4
2.1 Indikátory	6
3 Význam pinů konektorů modulu	7
3.1 Analogové vstupy - konektory P5 a P9	7
3.2 Periferní konektory P8 a P4	8
3.3 Periferní konektory P10 a P2	10
3.4 SPI/I ² C konektor - H6	12
3.5 CAN konektor	13
4 Závěr	14
5 Příloha A - Rozmístění součástek na DPS	16
6 Příloha B - schéma zapojení	17

1 Úvod

Vývojová platforma MLC interface umožňuje použít jako řídicí mikrokontrolér téměř jakýkoli z na trhu dostupných typů, kdy jedinou podmínkou je vyvedená externí adresová a datová sběrnice. Pro aplikace řízení měničů je na pracovišti KEV nejvíce rozšířen mikrokontrolér fy Texas Instruments TMS320F28335 (ve formě kitu eZdspF28335 [1]), avšak na RICE probíhající projekt REMCS s sebou přinesl novou mikrokontrolérovou platformu Hercules, konkrétně zastoupenou typem TMS570LS3137.

Abychom mohli vyvíjet a ověřovat algoritmy pro tento MCU, byl vyvinut modul s výše zmíněným mikrokontrolérem s důrazem na co největší funkční a vývodovou kompatibilitu s kitem eZdsp 28335. Zásadní rozdíly mezi oběma MCU znemožňují 100% kompatibilitu, priorita byla tedy v průběhu vývoje modulu upravena na požadavek bezproblémové funkce s novým vývojovým prostředkem MLC interface [2].

2 Vlastnosti modulu mikrokontroléru LS3137

Modul je osazen procesorem TMS570LS3137 od fy Texas Instruments, ten je založen na architektuře ARM Cortex-R4F. Obsahuje stejně jako TMS320F28335 jednotku pro výpočty s čísly ve formátu desetinného čísla, externí sběrnici, má více RAM a FLASH paměti než F28335.

Ve zkratce jen základní parametry:

Max. hodinová frekvence	180MHz
FLASH (na čipu)	3072 kB
RAM (na čipu)	256kB
N2HET (PWM/ECAP) vstupy/výstupy	44
EMIF	16 bitů data + 24 bitů adresa
Data FLASH	64kB
Ext. přerušení	16 ve dvou skupinách po 8 přerušeních
AD převodník	2 kanály po osmi vstupech, dva vzorkovací obvody, celkem 24 multiplexovaných a sdílených pinů
SPI	5x MultiBuffer SPI, 2x obyčejné SPI

Pro ucelený seznam dostupných periférií a jejich možností je dostupná dokumentace [3].

Tab. 1: JTAG konektor H1

Pin	Pin MCU	Význam
H1-01	TMS	test mode select
H1-02	TRSTn	target reset
H1-03	TDI	JTAG emulator data output
H1-04	TDIS	detection of connected board
H1-05	VTRef	+3,3V
H1-06	KEY	
H1-07	TDO	JTAG emulator data input
H1-08	GND	
H1-09	RTCK	return clock
H1-10	GND	
H1-11	TCK	JTAG clock
H1-12	GND	
H1-13	N/A	–
H1-14	N/A	–

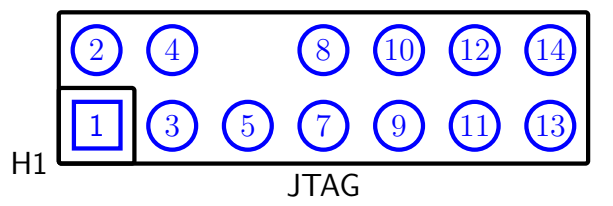
Modul založený na TMS570LS3137 má stejné rozmístění konektorů jako eZdsp kit (Obr. 7), tím jsou oba kity fyzicky zcela záměnné. Je založen na zkušenostech s modulem osazeným TMS320F28335 [4], modul s LS3137 také integruje externí SRAM o velikosti 512kB a navíc je možno osadit externí SDRAM s kapacitou až 64MB (viz str.21). Obě paměti mohou koexistovat na DPS bez toho aby se ovlivňovaly, lze je tedy využívat paralelně.

Zbýlé místo na desce bylo dále využito pro integraci galvanicky odděleného budiče CAN linky založené na obvodu ADM3053 (IC4 viz str. 19). Ten v sobě slučuje jak DC-DC izolovaný měnič, tak galvanicky oddělenou CAN linku. IC6 pak umožňuje výběr která z CAN linek (1 či 2) je zavedena do budiče, případně umožňuje linky vůbec nepřipojovat pokud jsou potřeba na konektorech modulu.

Oproti originálnímu eZdsp F28335 není integrován JTAG emulátor a JTAG rozhraní je dostupné na 14 pinovém konektoru. Význam jednotlivých pinů tohoto konektoru viz Tab.1, jejich rozmístění ukazuje Obr.1 a podrobné schéma viz str.18. Takto zapojený konektor umožňuje bez úprav a redukcí použít JTAG emulátory od Texas Instruments s 14-ti pinovým konektorem.

JTAG rozhraní má dodatečné ochrany proti přepětí navržené na 3,3V, což je i referenční úroveň pinu VTRef JTAG konektoru. Není podporováno provozování JTAG rozhraní na 5V.

Jako JTAG emulátor jsou použitelné verze JTAGv5 [6] a kompatibilní, např. XDS100v2, v3. Samozřejmě je možné použít i vyšší řady XDS emulátorů které mají 14-ti pinový konektor, podporují řadu MCU s jádrem Cortex-R4F a 3,3V logické úrovně.



Obr. 1: Rozmístění pinů JTAG konektoru

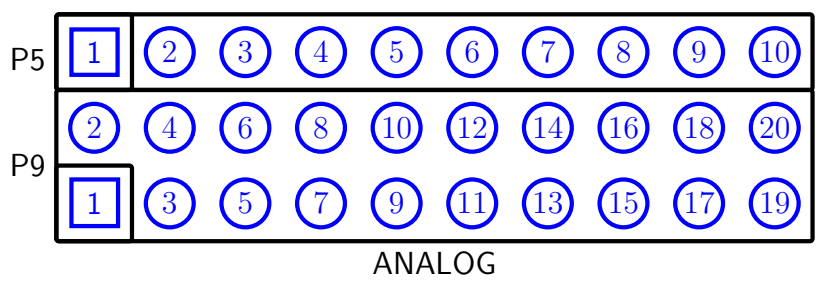
Mikrokontrolér je taktován pomocí externího oscilátoru s nominální frekvencí 16MHz (X1 na str. 17), což zajistí bezproblémové nahrávání programů do FLASH paměti. A zároveň za použití vnitřní fázového závěsu jej umožňuje taktovat až na maximálních 180MHz.

Stejně jako eZdsp a F28335 modul ani tento nemá na vývodech žádné dodatečné ochrany, lze na ně tedy připojit napětí pouze v rozsahu 0 až 3,3V ! Vyšší napětí na GPIO vývodech zapříčiní zničení či poškození mikrokontroléru. Jedinými výjimkami jsou JTAG rozhraní a SPI rozšiřující konektor které mají dodatečnou ESD ochranu a analogové vstupy na něž je možné připojit až 5V.

2.1 Indikátory

Modul má celkem pět LED indikátorů, V1 a V4 indikují přítomnost napájecích napětí 3,3V a 5V. LED V6 a V7 jsou k dispozici uživateli pro testovací účely, kdy V6 je připojena k vývodu E18 N2HET1_8 MCU a V7 lze ovládat vývodem B11 N2HET1_30. Obě LED jsou aktivní při logické úrovni L na příslušném výstupu.

LED V2 je indikátor vnitřní chyby procesoru, je tudíž připojena na vývod B14 $\overline{\text{ERROR}}$. Podrobnosti k signálu $\overline{\text{ERROR}}$ lze najít v dokumentaci dostupné na [3].



Obr. 2: Rozmístění pinů konektorů analogových vstupů

Tab. 2: Analogové vstupy P5

Pin	Pin MCU	Význam
P5-01	AD1_0	Vstup 0 kanálu 1 ADC
P5-02	AD1_1	Vstup 1 kanálu 1 ADC
P5-03	AD1_2	Vstup 2 kanálu 1 ADC
P5-04	AD1_3	Vstup 3 kanálu 1 ADC
P5-05	AD1_4	Vstup 4 kanálu 1 ADC
P5-06	AD1_5	Vstup 5 kanálu 1 ADC
P5-07	AD1_6	Vstup 6 kanálu 1 ADC
P5-08	AD1_7	Vstup 7 kanálu 1 ADC
P5-09	ADREFLO	Připojeno na AGND
P5-10	ADREFHI	Pokud je osazen R54 - pak 3.3V. Jinak externí reference ADC. Max. 5V.

3 Význam pinů konektorů modulu

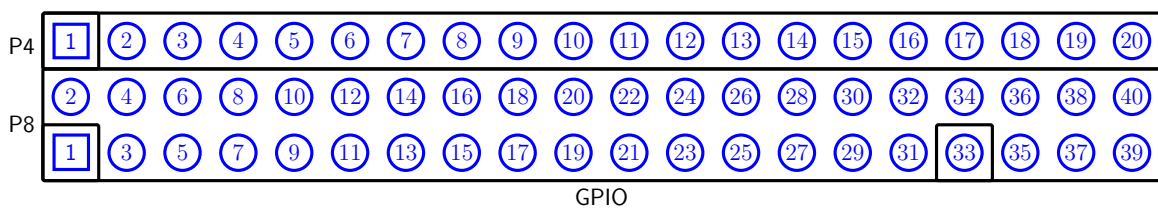
Modul má sedm konektorů pomocí nichž je propojen s navazujícím hardware. Rozmístění těchto konektorů je zobrazeno spolu s rozmístěním součástek v příloze A na Obr. 7 a 8.

3.1 Analogové vstupy - konektory P5 a P9

Analogové vstupy MCU LS3137 jsou vyvedeny na konektorech P5 a P9. MCU má tři skupiny analogových vstupů, které jsou multiplexovány mezi dva vnitřní ADC. Na konektor P5 jsou připojeny vstupy převodníku AD1, zatímco na P9 jsou vyvedeny vstupy multiplexované mezi AD1 a AD2. Konkrétní funkci pinů shrnují Tab. 2 a 3, číslování pinů je zřejmé z Obr. 2. Na str.17 je podrobné schéma zapojení.

Tab. 3: Analogové vstupy P9

Pin	Pin MCU	Význam
P9-02	AD1_16/AD2_0	Vstup 16 kanálu 1 + vstup 0 kanálu 2 ADC
P9-04	AD1_17/AD2_1	Vstup 17 kanálu 1 + vstup 1 kanálu 2 ADC
P9-06	AD1_18/AD2_2	Vstup 18 kanálu 1 + vstup 2 kanálu 2 ADC
P9-08	AD1_19/AD2_3	Vstup 19 kanálu 1 + vstup 3 kanálu 2 ADC
P9-10	AD1_20/AD2_4	Vstup 20 kanálu 1 + vstup 4 kanálu 2 ADC
P9-12	AD1_21/AD2_5	Vstup 21 kanálu 1 + vstup 5 kanálu 2 ADC
P9-14	AD1_22/AD2_6	Vstup 22 kanálu 1 + vstup 6 kanálu 2 ADC
P9-16	AD1_23/AD2_7	Vstup 23 kanálu 1 + vstup 7 kanálu 2 ADC
P9-18	AD1_24/AD2_8	Vstup 24 kanálu 1 + vstup 8 kanálu 2 ADC
P9-20	NC	
P9-01	AGND	
P9-03	AGND	
P9-05	AGND	
P9-07	AGND	
P9-09	AGND	
P9-11	AGND	
P9-13	AGND	
P9-15	AGND	
P9-17	AGND	
P9-19	AGND	



Obr. 3: Rozmístění pinů konektorů P4 a P8

3.2 Periferní konektory P8 a P4

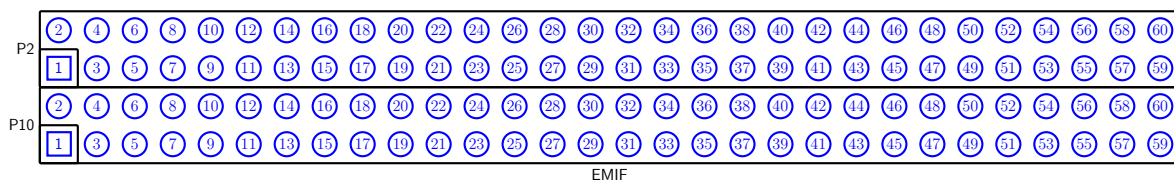
Na konektorech P4 a P8 (Obr. 3) jsou dostupné především periferie procesoru jako PWM, CAP, CAN atd. Funkce jednotlivých pinů shrnují tabulky Tab. 4 a 5. Narozdíl od eZdsp kitu mají trvale zapojené piny P8-01, P8-02, P4-01, které přivádějí napájení +5V do modulu z MLC interface. Z těchto +5V se pak celý modul napájí.

Tab. 5: Konektor P8

Pin	Signál	Vývod	Pin MCU
P8-01	+5V	–	–
P8-03	TST_LED1	E18	HET1_8
P8-05	/HOLD	W10	GIOB_3
P8-07	CAN2Rx	–	–
P8-09	PWM1A	A4	HET1_16
P8-11	PWM2A	J1	HET1_18
P8-13	PWM3A	T1	HET1_7/2_14
P8-15	PWM7B	A11	HET1_14
P8-17	FAULT_B	M1	GIOA_7
P8-19	GND	–	–
P8-21	PWM4B	V2	HET1_1/2_8
P8-23	IRQ_TZ5	M2	GIOB_0
P8-25	CAN1Rx	B10	–
P8-27	CAN3Rx	M19	–
P8-29	PWM6B	J17	HET1_31
P8-31	PWM5B	V7	HET1_9/2_16
P8-33	SCI/LINTX	B7	–
P8-35	PWM7A	K18	HET1_0
P8-37	FAULT_A	H3	GIOA_6
P8-39	GND	–	–
P8-02	+5V	–	–
P8-04	/SW1	E1	GIOA_3
P8-06	CAN2Tx	H2	–
P8-08	SCI/LINRX	A7	–
P8-10	PWM1B	E3	HET1_11/2_18
P8-12	PWM2B	A3	HET1_29
P8-14	PWM3B	B12	HET1_4
P8-16	PWM4A	U1	HET1_3/2_10
P8-18	/READY	P3	/EMIF_WAIT
P8-20	GND	–	–
P8-22	/HOLDA	W6	–
P8-24	IRQ_TZ6	K2	GIOB_1
P8-26	CAN1Tx	A10	–
P8-28	CAN3Tx	M18	–
P8-30	PWM5A	V6	HET1_5/2_12
P8-32	PWM6A	W5	HET1_2
P8-34	AD_BUSY	B5	GIOA_5
P8-36	/ADSOCA	H4	HET1_21
P8-38	/ADSOCA	P2	HET1_20
P8-40	GND	–	–

Tab. 4: Konektor P4

Pin	Signál	Vývod	Pin MCU
P4-01	+5V	–	–
P4-02	NC	–	–
P4-03	SCI/LINTX	B7	–
P4-04	PWM4B	V2	HET1_1/2_8
P4-05	SCI/LINRX	A7	–
P4-06	PWM3B	B12	HET1_4
P4-07	CAN2Tx	H2	–
P4-08	CAN2Rx	H1	–
P4-09	NC	–	–
P4-10	GND	–	–
P4-11	PWM2B	A3	HET1_29
P4-12	PWM1B	E3	HET1_11/2_18
P4-13	NC	–	–
P4-14	NC	–	–
P4-15	NC	–	–
P4-16	NC	–	–
P4-17	NC	–	–
P4-18	/HOLD	W10	GIOB_3
P4-19	/HOLDA	W6	–
P4-20	GND	–	–



Obr. 4: Rozmístění pinů konektorů P2 a P10

Tab. 6: Konektor P10

Pin	Signál	Vývod	Pin MCU
P10-01	+5V	–	–
P10-03	SCITX	N2	HET1_13/SCITX
P10-05	/ADSOCC	B3	HET1_22
P10-07	HVIN_4	J2	GIOB_6
P10-09	/SPICS0	N3	/SPI2CS0
P10-11	HVIN_2	G1	GIOB_4
P10-13	QEP1S	M3	HET1_25
P10-15	QEP1B	A9	HET1_27
P10-17	PWM8B	A13	HET1_17
P10-59	GND	–	–
P10-02	+5V	–	–
P10-04	SCIRX	W3	HET1_6/SCIRX
P10-06	CPLD_IO	C2	GIOA_1
P10-08	HVIN_3	G2	GIOB_5
P10-10	SPI2CLK	E2	SPI2CLK
P10-12	SPI2MOSI	D1	SPI2MOSI
P10-14	HVIN_1	F2	GIOB_2
P10-16	QEP1A	J4	HET1_23
P10-18	PWM8A	B13	HET1_19
P10-60	GND		

3.3 Periferní konektory P10 a P2

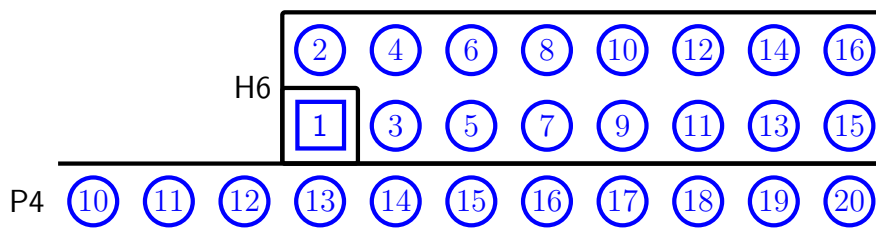
Konektory P10 a P2 zpřístupňují uživateli především externí adresovou a datovou sběrnici TMS570LS3137. Tabulka Tab. 6 popisuje význam jednotlivých pinů konektoru P10. Konektor P10 má zapojeno jen 20 signálů (P10-1 až P10-18 spolu s P10-59 a P10-60), ostatní jsou nezapojené a nejsou proto v tabulce vypsány. Tab. 7 spolu s Tab. 8 pak ozřejmují význam pinů konektoru P2.

Tab. 7: Konektor P2 liché piny

Pin	Signál	Vývod	Pin MCU
P2-01	+5V	–	–
P2-03	D0	K15	EMIF_DATA0
P2-05	D2	M15	EMIF_DATA2
P2-07	D4	E5	EMIF_DATA4
P2-09	D6	G5	EMIF_DATA6
P2-11	D8	L5	EMIF_DATA8
P2-13	D10	N5	EMIF_DATA10
P2-15	D12	R5	EMIF_DATA12
P2-17	D14	R7	EMIF_DATA14
P2-19	A0	D16	EMIF_BA1
P2-21	A2	D5	EMIF_ADDR1
P2-23	A4	E7	EMIF_ADDR3
P2-25	A6	E6	EMIF_ADDR5
P2-27	A8	C5	EMIF_ADDR7
P2-29	A10	C7	EMIF_ADDR9
P2-31	A12	C9	EMIF_ADDR11
P2-33	A14	C11	EMIF_ADDR13
P2-35	GND	–	–
P2-37	/CS2	L17	EMIF_CS2
P2-39	/READY	P3	EMIF_WAIT
P2-41	FRST_DATA	F1	GIOB_7
P2-43	/WR	D17	EMIF_WE
P2-45	+3,3V	–	–
P2-47	/WRMRESET	B17	RESET
P2-49	GND	–	–
P2-51	GND	–	–
P2-53	A16	C13	EMIF_ADDR15
P2-55	/SW3	A6	GIOA_4
P2-57	/HOLDA	W6	MibSPI5CS2
P2-59	NC	–	–

Tab. 8: Konektor P2 sudé piny

Pin	Signál	Vývod	Pin MCU
P2-02	+5V	–	–
P2-04	D1	L15	EMIF_DATA1
P2-06	D3	N15	EMIF_DATA3
P2-08	D5	F5	EMIF_DATA5
P2-10	D7	K5	EMIF_DATA7
P2-12	D9	M5	EMIF_DATA9
P2-14	D11	P5	EMIF_DATA11
P2-16	D13	R6	EMIF_DATA13
P2-18	D15	R8	EMIF_DATA15
P2-20	A1	D4	EMIF_ADDR0
P2-22	A3	E6	EMIF_ADDR2
P2-24	A5	E8	EMIF_ADDR4
P2-26	A7	C4	EMIF_ADDR6
P2-28	A9	C6	EMIF_ADDR8
P2-30	A11	C9	EMIF_ADDR10
P2-32	A13	C11	EMIF_ADDR12
P2-34	A15	C12	EMIF_ADDR14
P2-36	GND	–	–
P2-38	/CS4	M17	EMIF_CS4
P2-40	/SW1	E1	GIOA_3
P2-42	NC	–	–
P2-44	/RD	E12	EMIF_OE
P2-46	/ERROR	B14	ERROR
P2-48	XCLKOUT		záleží na J2
P2-50	GND	–	–
P2-52	GND	–	–
P2-54	/SW4	A5	GIOA_0
P2-56	/HOLD	W10	GIOB_3
P2-58	/SW2	C1	GIOA_2
P2-60	NC	–	–



Obr. 5: Rozmístění pinů rozšiřujícího SPI konektoru H6

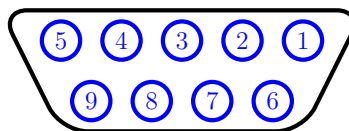
3.4 SPI/I²C konektor - H6

MCU LS3137 disponuje velkým množstvím MibSPI periférií. Jedno z SPI rozhraní, konkrétně MibSPI3 bylo vyvedeno na další konektor, který originální eZdsp kity nemají. Na tuto sběrnici lze připojit až 4 SPI zařízení. MibSPI3 byl vybrán z důvodu, že dva z jeho $\overline{CS}$ signálů lze použít jako I²C sběrnici. Pak se však redukuje počet SPI zařízení na maximálně dvě.

Tabulka Tab. 9 popisuje piny konektoru H6. Na Obr. 5 je zobrazen příslušný konektor, který je na DPS umístěn u dvojice konektorů P4+P8.

Tab. 9: SPI rozšiřující konektor H6

Pin	Signál	Vývod	Význam
H6-02	$\overline{MibSPI3CS0}$	V10	Chip select 0
H6-04	$\overline{MibSPI3CS5}$	W9	Chip select 5
H6-06	$\overline{MibSPI3CS3}$ / I ² C_SDA	B2	Chip select 3 nebo data I ² C sběrnice
H6-08	$\overline{MibSPI3CS2}$ / I ² C_SCL	C3	Chip select 2 nebo hodinový signál I ² C sběrnice
H6-10	MibSPI3MISO	V8	Master vstup / slave výstup
H6-12	MibSPI3MOSI	W8	Master výstup / slave vstup
H6-14	MibSPI3CLK	V9	Hodiny SPI sběrnice
H6-16	3.3V	–	
H6-01	GND	–	
H6-03	GND	–	
H6-05	GND	–	
H6-07	GND	–	
H6-09	GND	–	
H6-11	GND	–	
H6-13	GND	–	
H6-15	GND	–	



Obr. 6: Číslování D-SUB 9 konektoru, female, pohled zepředu

Tab. 10: Konektor galvanicky odděleného CANu

Pin	Pin MCU	Význam
H2-01	NC	
H2-02	CANL	CAN1 nebo CAN2 low
H2-03	CAN GND	oddělená CAN zem
H2-04	NC	
H2-05	NC	
H2-06	NC	
H2-07	CANH	CAN1 nebo CAN2 high
H2-08	NC	
H2-09	NC	

3.5 CAN konektor

Galvanicky oddělená CAN sběrnice je dostupná na D-SUB 9 konektoru. Rozmístění vývodů je zobrazeno na Obr. 6 a v Tab. 10 je vypsán význam jednotlivých pinů. CAN budič je konfigurovatelný pomocí tří zkratovacích propojek H3 až H5 umístěných na DPS. Propojky umožňují výběr CAN linky (1 nebo 2) případně úplné odpojení budiče od MCU. Funkci propojek shrnuje Tab. 11.

Tab. 11: Nastavovací propojky galvanicky odděleného CANu

Propojka	Funkce	Pozn.
H3	Zapojuje terminační rezistor CAN linky	-
H4	Výběr kanálu CAN1 nebo CAN2: CAN1 = otevřená CAN2 = zkratovaná	-
H5	Povolení propojení CAN signálů z MCU do CAN budiče	CAN jsou dostupné i na konektoru P8

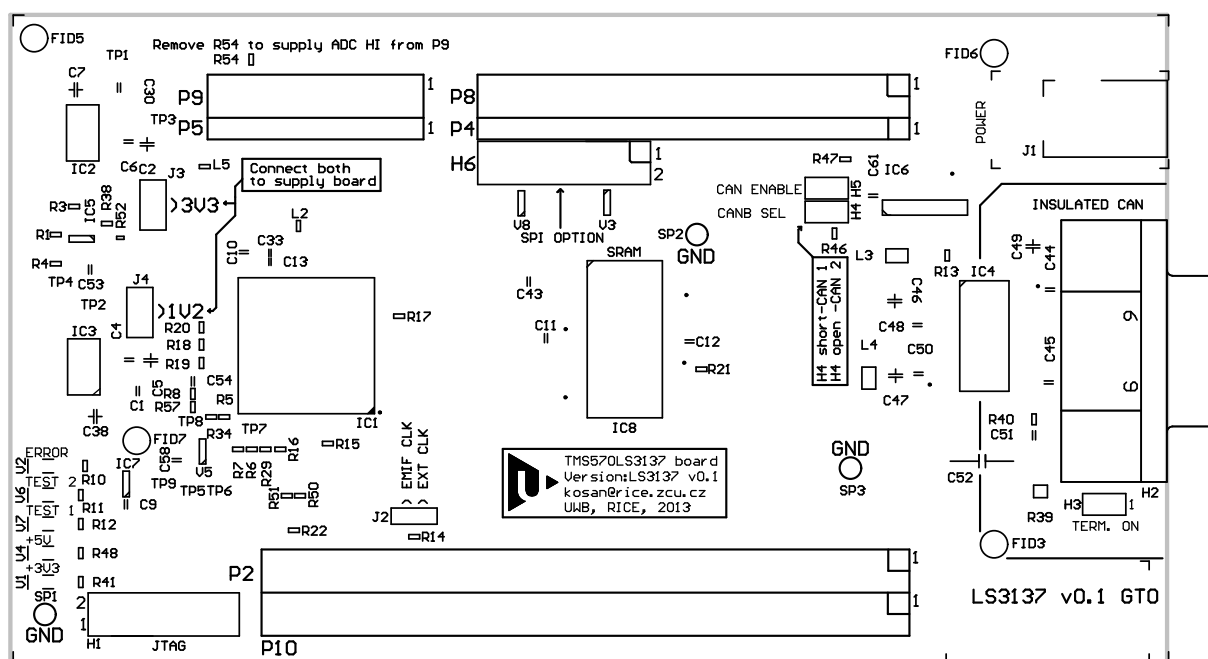
4 Závěr

Modul s mikrokontrolérem TMS570LS3137 umožní vyvíjet algoritmy pro ARM platformu založenou na jádře Cortex-R4F, tudíž i pro embedded systém REMCS. Vzhledem k specifické architektuře REMCS, která se (v případě vícekartového systému) diametrálně liší od MLC interface však neumožní vývoj aplikací přímo aplikovatelných na REMCS. Avšak umožní odladit a optimalizovat algoritmy pro daný procesor a tím urychlí následnou implementaci do řídicího systému REMCS.

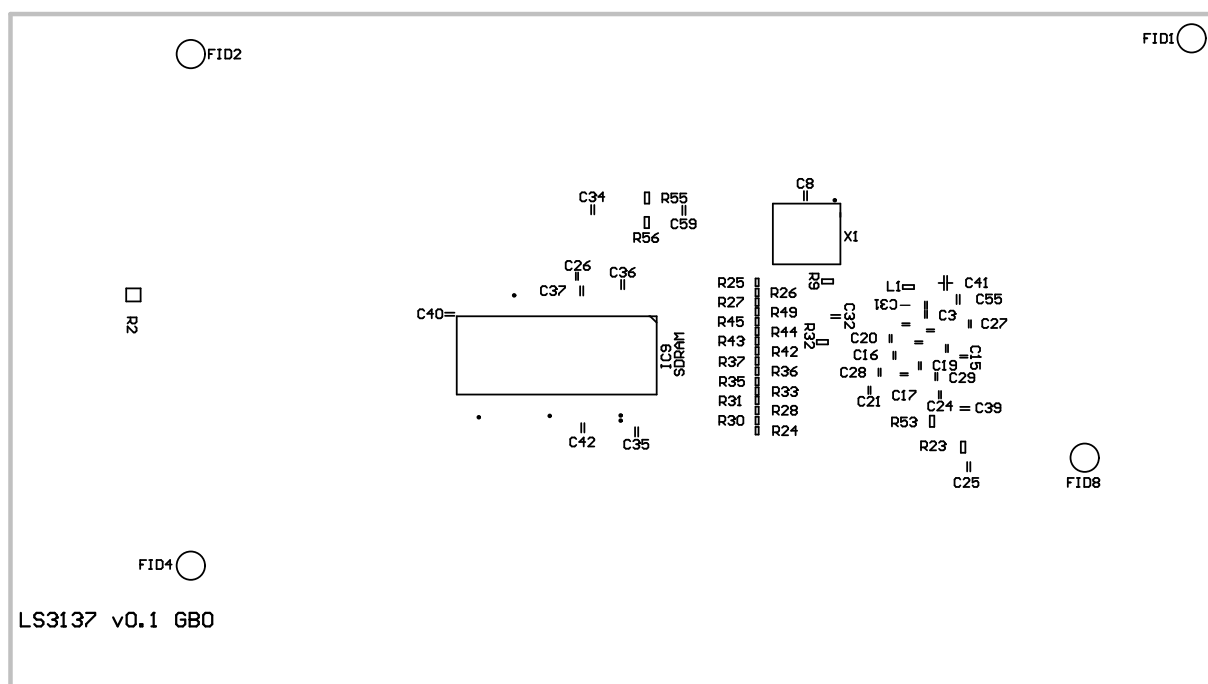
Literatura

- [1] Spectrum Digital Inc., *eZdspTM F28335 board with Code Composer Studio DSK tools and power supply*, Spectrum Digital Inc.,
dostupné online:
http://www.spectrumdigital.com/product_info.php?&products_id=198 4
- [2] Košan, T., *MLC interface - Vývojový kit pro víceúrovňové měniče s procesorem a FPGA*,
výzkumná zpráva č.: 22190-10-2012, RICE, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2012
4
- [3] Texas Instruments Inc., *TMS570LS3137*, Texas Instruments Inc.,
dostupné online:
<http://www.ti.com/product/tms570ls3137> 4, 6
- [4] Košan, T., *Mikrokontrolerový modul TMS320F28335 pro MLC interface*, výzkumná
zpráva č.: 22160-002-2013, KEV, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2013 5
- [5] Košan, T., *Nový JTAG emulátor JTAGv3*, výzkumná zpráva č.: 22160-57-10, KEV, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2010
- [6] Košan, T., *JTAGv5 - JTAG emulátor nové generace*, výzkumná zpráva č.: 22160-002-2012, KEV, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2012 5

5 Příloha A - Rozmístění součástek na DPS

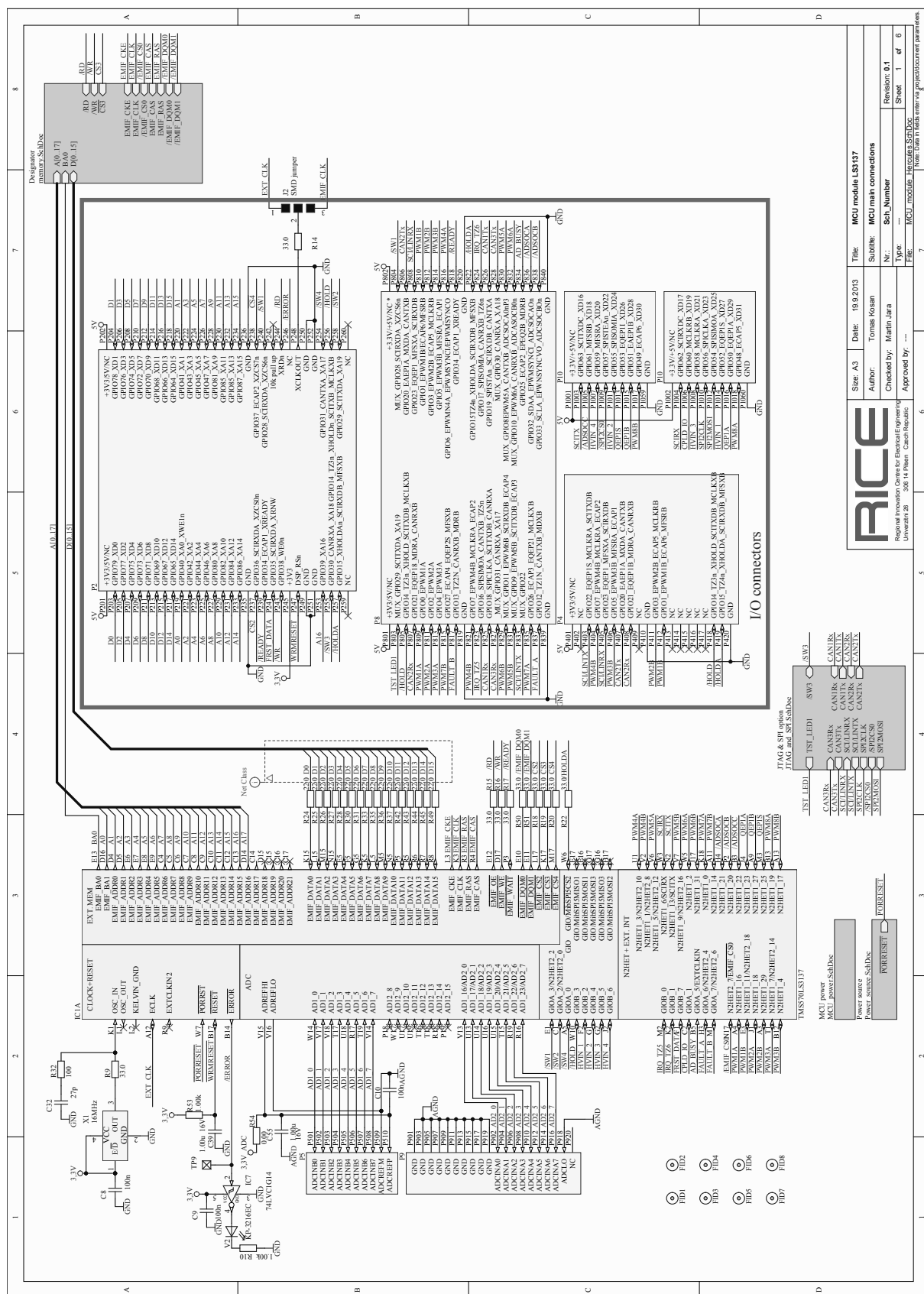


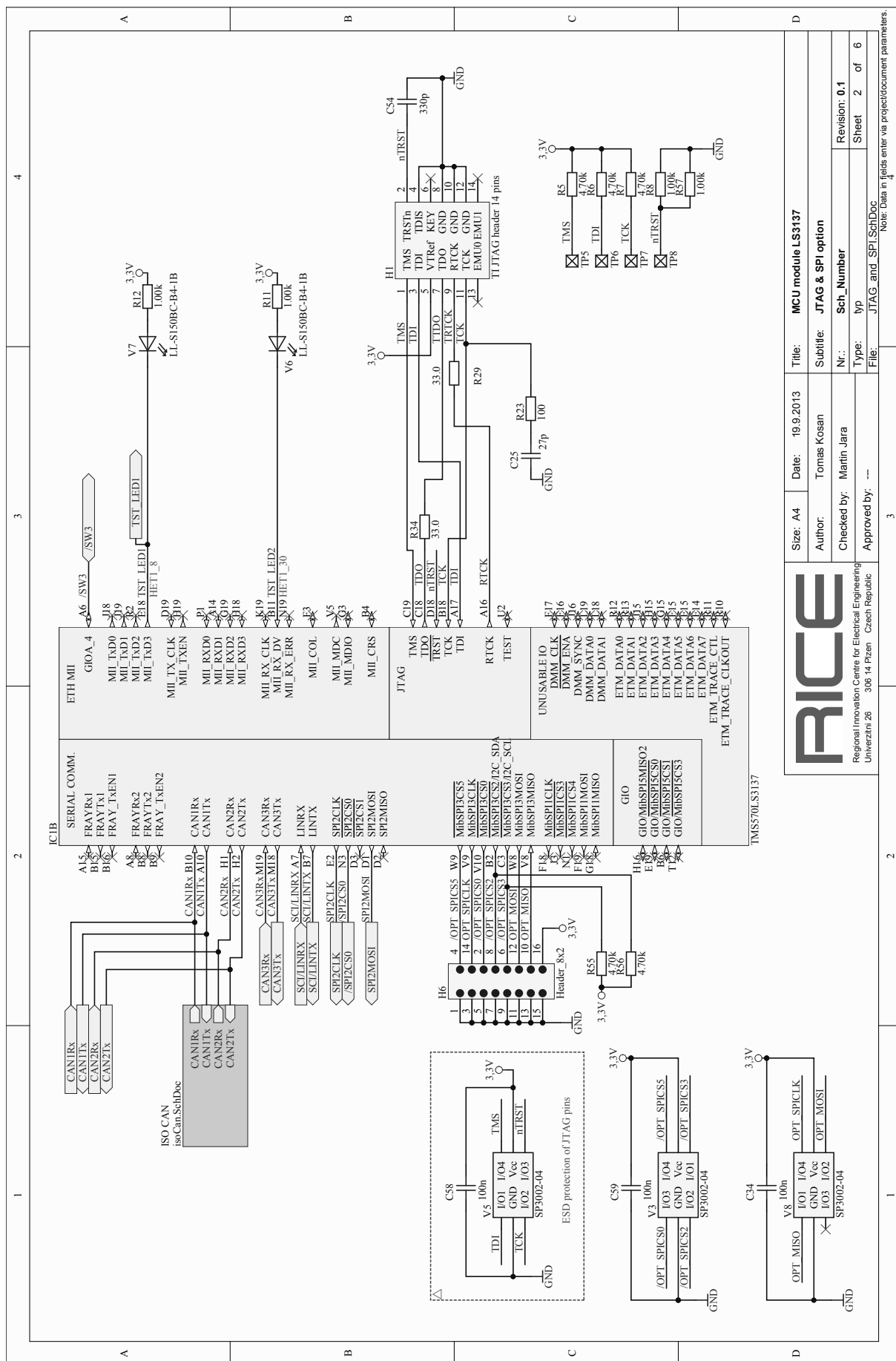
Obr. 7: Pohled na rozmístění součástek z horní strany DPS

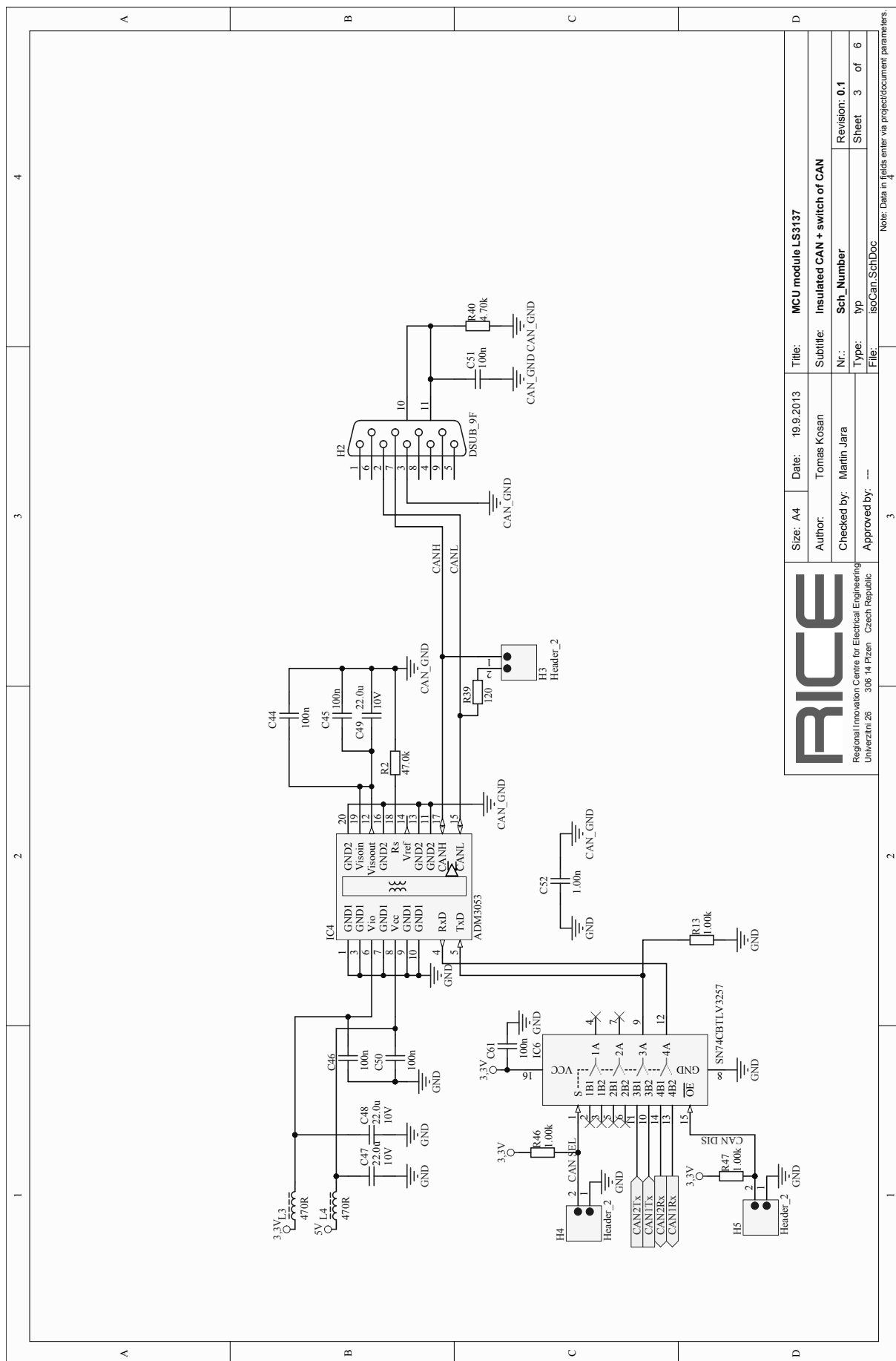


Obr. 8: Pohled na rozmístění součástek z dolní strany DPS

6 Příloha B - schéma zapojení







RICE

Regional Innovation Centre for Electrical Engineering
Univerzita Zb 306 14 Pízen Czech Republic

Size: A4	Date: 19.9.2013	Title: MCU module LS3137
Author: Tomas Kosan	Subtitle: Insulated CAN + switch of CAN	
Checked by: Martin Jara	Nr.: Sch_Number	Revision: 0.1
Approved by: ---	Type: typ	Sheet 3 of 6
	File: isoCan.SchDoc	

Note: Data in fields enter via project/document parameters.

