

Seminarska naloga

Elektronska vezja

Ethernet&Modem kartica na XT vodilu

Opis dokumenta:	Tehnični opis Ethernet&Modem kartice na XT vodilu
Verzija dokumenta:	1.0
Avtor:	Andrej Eržen
Datum:	12. Maj 2004

Kazalo

1	Uvod.....	3
1.1	Naloga seminarske naloge.....	3
1.2	Zamisel realizacije.....	3
2	Opis vezja.....	4
2.1	Splošni opis.....	4
2.2	Opis konektorjev.....	5
3	Opis registrov.....	8
3.1	Razporeditev registrov.....	8
3.2	Opis registrov.....	8
4	Električne karakteristike.....	9
5	Mehanske karakteristike.....	10
5.1	Postavitev na tiskanem vezju.....	10
5.2	Karakteristike tiskanega vezja.....	11
5.3	Dimenzije tiskanega vezja.....	12
6	Zaključek.....	13
6.1	Viri.....	13
6.2	Priloge.....	13
7	Dodatki.....	14
7.1	Dodatek A: CPLD VHDL izvorna koda.....	14
7.2	Dodatek B: Spisek materiala (BOM).....	16
7.3	Dodatek C: Slike tiskanega vezja.....	19

1 Uvod

1.1 Naloga seminarske naloge

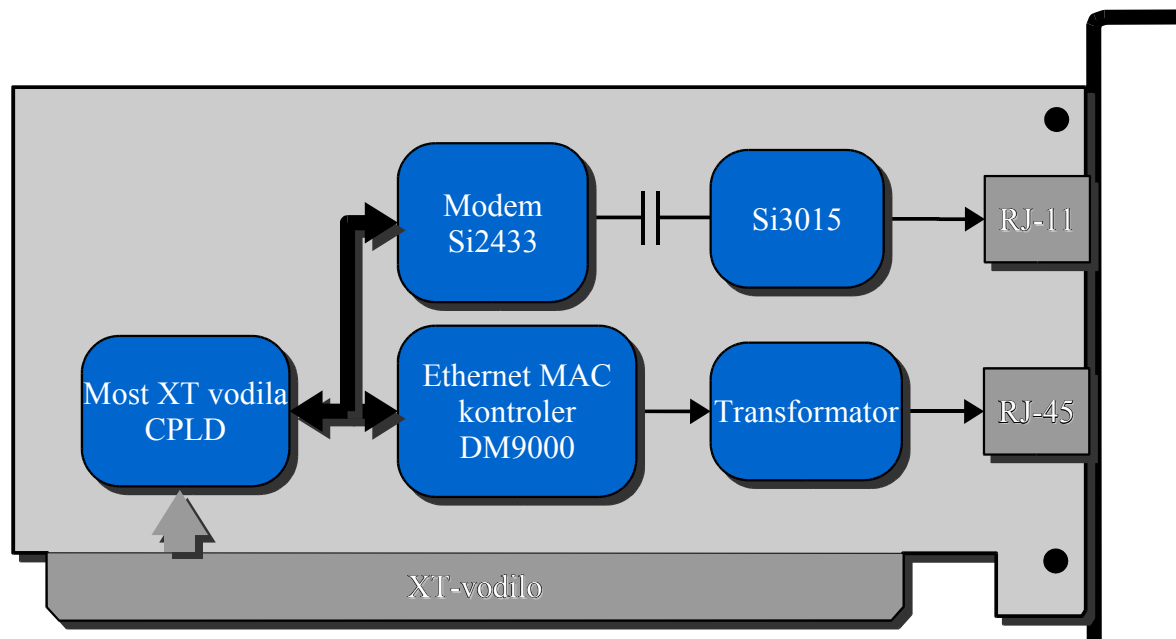
Kot nalogo za sem si zadal izdelati kartico z ethernet kontrolerjem in analognim modemom. Dostop do omenjenih naprav naj bo omogočen preko XT vodila, ki je pravzaprav 8 bitna različica znanega AT vodila. Omenjena kartica bi bila torej lahko uporabna na starejših osebnih računalnikih. Predmet seminarske naloge je torej projektiranje shematskega načrta, projektiranje in izdelava tiskanega vezja, kodiranje RTL-a za CPLD na plošči v jeziku Verilog ali VHDL ter pisanje oziroma prirejanje demonstracijske programske opreme oziroma gonilnikov.

1.2 Zamisel realizacije

Plošča tiskanega vezja naj bi bila zasnovana tako, da omogoča uporabo v osebni računalniku. Željena majhnost realizacije zahteva uporabo visoko integriranih kontrolerjev. Za ethernet kontroler uporabimo vezje DM9000, ki v enem čipu združuje Ethernet MAC kontroler in fizični nivo za pretvorbo in modulacijo signala in tako omogoča direktno priključitev na transformator 1:1. Podobno je z analognim modemom, kjer čipa Si2433 in Si3015 realizirata analogni in digitalni del modema s popolno podporo za standardne AT ukaze. Za most med XT vodilom in obema kontrolerjema uporabimo programirljivo vezje CPLD, ki omogoča spreminjanje in izboljšave na že izdelanem vezju. Velikost tiskanega vezja bo torej omejevala velikost konektorja za XT vodilo.

Proizvajalec ethernet kontrolerja zagotavlja gonilnike za operacijski sistem Linux, zato naj bo tudi demonstracijska programska oprema za modem napisana na to okolje.

Slika 1 prikazuje blokovno shemo realizacije.



Slika1: Zamisel realizacije

2 Opis vezja

2.1 Splošni opis

Glavni del sta vezja sta ethernet in modem kontrolerja. Uporabljen je 10/100Mbit base-Tx ethernet MAC kontroler DM9000 proizvajalca Davicom. Ima integriran fizični nivo (PHY - Physical Layer), ki modulira in kodira signal in omogoča priključitev UTP3, 4, 5 v 10Base-T in UTP5 v 100Base-Tx povezav. Kontroler je popolnoma kompatibilen z ustreznim standardom IEEE 802.3u. Avtomatsko posredovanje omogoča avtomatsko nastavitvev kontrolerja na optimalno hitrost v omrežju. Podprta je tudi hkratna dvosmerna kontrola pretoka po standardu IEEE802.3x. Kontroler omogoča direktno priključitev na ustrezen transformator 1:1 na eni in AT/XT vodilo na drugi strani. Uporabljen je standardni oklepljeni RJ-45 ethernet konektor. Število potrebnih zunanjih komponent je minimalno; poleg konfiguracijskih uporov in kondenzatorjev na napajanju še dve LED diodi za prikaz aktivnosti, kristal za interni oscilator 25MHz ter EEPROM na serijskem Microwire vodilu za shranjevanje nastavitvev. Uporaba EEPROMa ni obvezna, vendar je v nasprotnem primeru potrebno kontroler ponovno nastaviti ob vsaki priključitvi. Prva LED dioda prikazuje hitrost (10/100Mbit/s) druga pa istočasno povezavo in aktivnost pošiljanja ali sprejemanja. AT vodilo kontroler je nastavljen na 8 bitno delovanje. Kontrolne signale krmili most XT vodila, ki je realiziran v programirljivem vezju CPLD XC9536XL proizvajalca Xilinx.

Drugi pomembni del vezja je 56kbps analogni modem realiziran z integriranima vezjema Si2456 in Si3015 proizvajalca Silicon Laboratories. Skupaj sestavljata t.i. ISModem™ in zagotavljata hkratne dvosmerne prenose standardnih podatkovnih formatov s hitrostjo prenosa do 56kbps preko javnega telefonskega omrežja (PSTN - Public Switched Telephone Network) in vključujeta tudi V.42 in V.42bis protokola. ISModem je sposoben paralelnega zaznavanja statusa na telefonski liniji, kar preprečuje prekinjanje aktivnih klicev in ustrezen umik z linije ob prekinitvi. Modem je kompatibilen z vsemi standardi in predpisi in prenese napetostne sunke do 6600V. Prav tako ustreza EN55022 in CISPR-22 testom. Modem se priključuje preko standardnega neoklepljenega RJ-11 konektorja. Poleg potrebnih diskretnih komponent za priključitev na telefonsko linijo, je vezje modema sestavljeno še iz kristala za interni oscilator 4.9152MHz, operacijski ojačevalnik in zvočnik za indikacijo stanja linije. Kontroler Si2456 omogoča priključitev tako na serijsko (RS-232) kot paralelno vodilo. V danem vezju je uporabljeno paralelno vodilo, ki je priključeno na XT vodilo. Kontrolne signale krmili že omenjeni most XT vodila.

Lastnosti modema:

- V.90 56,000 bps
- V.34 33,600 bps
- V.32bis 14,400 bps
- V.32 9600 bps
- V.22bis 2400 bps
- V.22/Bell 212A 1200 bps
- V.21/Bell 103 300 bps
- V.42 in MNP 2-4 popravljanje napak
- V.42bis in MNP 5 kompresija podatkov
- AT ukazi
- Dekodiranje identitete klicatelja

- Zaznavanje in zaščita pred tokovnimi sunki
- Zaščita pred napetostnimi sunki večjimi od 3000V

3.3V CPLD XC9536XL proizvajalca Xilinx zagotavlja 34 programirljivih vhodno-izhodnih pinov. Logiko (RTL - Register Transfer Logic) programiramo v jeziku verilog ali VHDL. Sinteza, postavljanje in povezovanje je narejeno z brezplačnim programskim paketom WebPack. Vsebinsko v CPLD prenesemo preko standardnega JTAG vodila.

Poleg omenjenih delov celotno vezje sestavljata še napajalnik in prilagodilni ojačevalniki za podatkovni del XT vodila. XT vodilo nam zagotavlja napajanje 5V, ethernet in modem kontrolerja pa potrebuje 3.3V. Stabilizacijo napetosti realiziramo z linearnim napetostnim regulatorjem LD1117. 8-bitni dvosmerni TTL-kompatibilni C-MOS ojačevalnik 74HCT245 zagotavlja ustrezno spremembo nivojev med 5V podatkovnim XT vodilom in 3.3V vodiloma ethernet in modem kontrolerja.

2.2 Opis konektorjev

Konektor J1 je oklepljen nizek RJ-45 konektor s standardno ethernet 10/100Base-TX razporeditvijo priključkov. Razporeditev je opisana v tabeli 1.

RJ-45 konektor [J1]	
PIN#	ime PINa
1	TX+
2	TX-
3	RX+
4	
5	
6	RX-
7	
8	

Tabela 1: razporeditev priključkov na RJ-45 konektorju

Konektor J2 je neoklepljen RJ-11 konektor za bakreno parico javnega telefonskega omrežja. Razporeditev priključkov je opisana v tabeli 2.

RJ-11 konektor [J2]	
PIN#	ime PINa
1	
2	
3	RING

RJ-11 konektor [J2]	
4	TIP
5	
6	

Tabela 2: razporeditev priključkov na RJ-11 konektorju

Tabela 3 opisuje razporeditev priključkov za JTAG vodilo. Konektor je klasičen 2x3 2.54mm letvica. TDI, TMS in TCK imajo pull-up upore. TDI, TCK and TMS so vhodi, TDO je izhod, GND in +5V pa sta napajalna priključka.

JTAG konektor [J3]			
PIN#	ime PINa	ime PINa	PIN#
1	TDI	TDO	2
3	TCK	TMS	4
5	GND	+5V	6

Tabela 3: razporeditev priključkov na JTAG konektorju

Konektor J4 je konektor s tremi "jumper" kontakti (J4:1, J4:2 and J4:3). Osem kombinacij je na voljo za spreminjanje naslova kartice in prekinitve. Vrednost '1' predstavlja vstavljeni jumper. Vrednosti so opisane v tabeli 4.

NASTAVITEV NA KONEKTORJU J4			NASLOV KARTICE	ŠTEVILKA PREKINITVE (IRQ)
J4:3	J4:2	J4:1	[hex]	
0	0	0	0x110	2
0	0	1	0x180	4
0	1	0	0x220	5
0	1	1	0x280	6
1	0	0	0x300	7
1	0	1	0x320	3
1	1	0	0x340	3
1	1	1	0x360	3

Tabela 4: naslov kartice in številka prikinitve (IRQ)

Konektor J5 je robni konektor XT vodila in je opisan v tabeli 5. Nizko aktivni signali so označeni z '#'. Stran A je stran komponent. Pin 1 je na strani konektorja RJ-45. Vsi signali so TTL kompatibilni.

konektor XT vodila [J5]			
PIN#	ime PINa	ime PINa	PIN#
B1	GND	I/O CH CK#	A1
B2	RESET	SD7	A2
B3	+5V	SD6	A3
B4	IRQ9	SD5	A4
B5	-5V	SD4	A5
B6	DRQ2	SD3	A6
B7	-12V	SD2	A7
B8	OWS#	SD1	A8
B9	+12V	SD0	A9
B10	GND	I/O CH RDY	A10
B11	SMEMW#	AEN	A11
B12	SMEMR#	SA19	A12
B13	IOW#	SA18	A13
B14	IOR#	SA17	A14
B15	DACK3#	SA16	A15
B16	DRQ3	SA15	A16
B17	DACK1#	SA14	A17
B18	DRQ1	SA13	A18
B19	REFRESH#	SA12	A19
B20	CLK	SA11	A20
B21	IRQ7	SA10	A21
B22	IRQ6	SA9	A22
B23	IRQ5	SA8	A23
B24	IRQ4	SA7	A24
B25	IRQ3	SA6	A25
B26	DACK2#	SA5	A26
B27	TC	SA4	A27
B28	BALE	SA3	A28
B29	+5V	SA2	A29
B30	OSC	SA1	A30
B31	GND	SA0	A31

Tabela 5: razporeditev priključkov na konektorju XT vodila

3 Opis registrov

3.1 Razporeditev registrov

Naslov kartice nastavljamo na konektorju J4. Prostor vhodno-izhodne naprave predstavlja 16B. Naslovni prostor je sestavljen iz treh delov: ethernet, modem in konfiguracijskih registrov. Relativni naslovi registrov so opisani v tabeli 6.

RAZPOREDITEV REGISTROV			
RELATIVNI NASLOV	ŠIRINA [Byte]	TIP	IME
0x0	1	B/P	ethernet naslovni register
0x1-0x3	3	/	prazen prostor
0x4	1	B/P	ethernet podatkovni register
0x5	1	/	prazen prostor
0x6	1	B/P	modem register 1
0x7	1	B/P	modem register 2
0x8-0xD	6	/	prazen prostor
0xE	1	B/P	nastavitveni register 1
0xF	1	B/P	nastavitveni register 2

Tabela 6: Razporeditev registrov

3.2 Opis registrov

Registri ethernet in modem kontrolerja se nahajajo na naslovih 0x0, 0x4, 0x6 in 0x7. Opis registrov se nahaja v dokumentaciji integriranih vezij Si2456 in DM9000.

Registri na naslovih 0xE in 0xF so namenjeni za vklop in izklop modema. Sekvenca je opisana v tabeli 7. Podatki sami niso pomembni. Stanje se določi samo z naslova in tipa cikla (pisalni ali bralni). Nepravilen cikel vedno resetira avtomat.

vklop in izklop zvočnika			
OPERACIJA	1	2	3
vklop zvočnika	0xF pisanje	0xE branje	0xE pisanje
izklop zvočnika	0xF pisanje	0xE branje	0xF pisanje

Tabela 7: Sekvenca za vklop in izklop zvočnika za modem

4 Električne karakteristike

Ethernet&Modem kartica na XT vodilu je napajana z napetostjo 5V preko XT vodila. Napajalno napetost 3.3V zagotavlja linearni napetostni regulator L(M/T)1117. Električne karakteristike so opisane v tabeli 8.

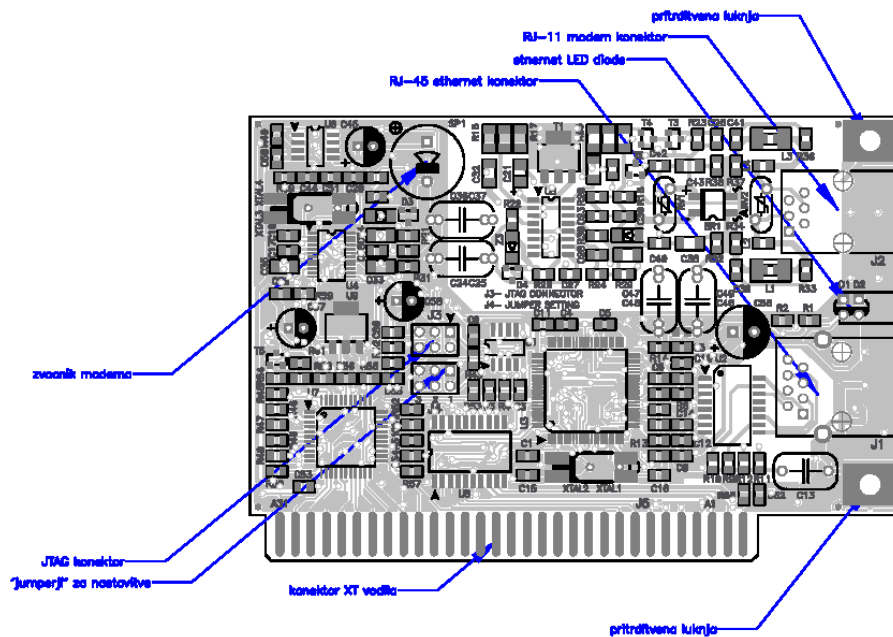
Električne karakteristike					
Simbol	Parameter	Minimalno	Tipično	Maksimalno	Enota
V_{CC}	Napajalna napetost	4,5	5	5,5	V
I_{CC}	Skupni napajalni tok		80	150	mA
V_{IH}	Vhodna napetost visokega nivoja	2			V
V_{IL}	Vhodna napetost nizkega nivoja			0,8	V
V_{OH}	Izhodna napetost visokega nivoja	3.84			V
	Izhodna napetost visokega nivoja [IRQ]	2.4			
V_{OL}	Izhodna napetost nizkega nivoja			0,4	V

Tabela 8: Električne karakteristike

5 Mehanske karakteristike

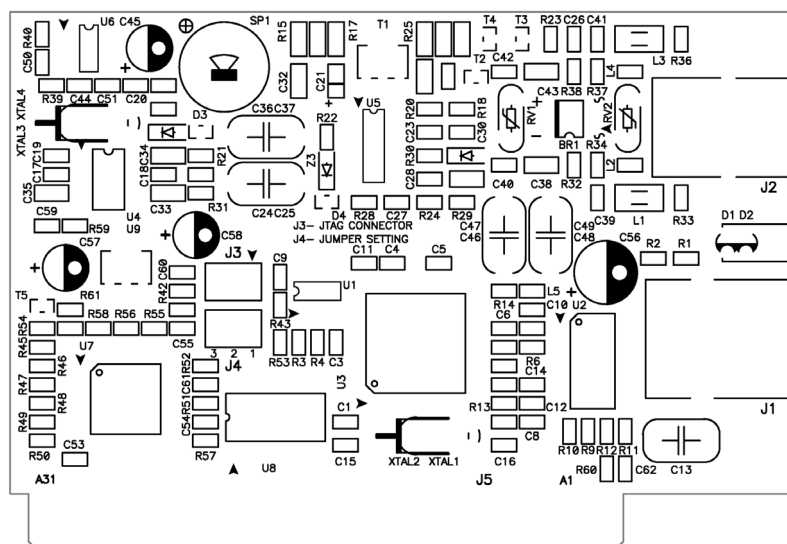
5.1 Postavitve na tiskanem vezju

Slika 2 prikazuje postavitve konektorjev na tiskanem vezju.



Slika 2: Postavitev konektorjev

Slika 3 prikazuje postavitve komponent na tiskanem vezju.



Slika 3: postavitev komponent

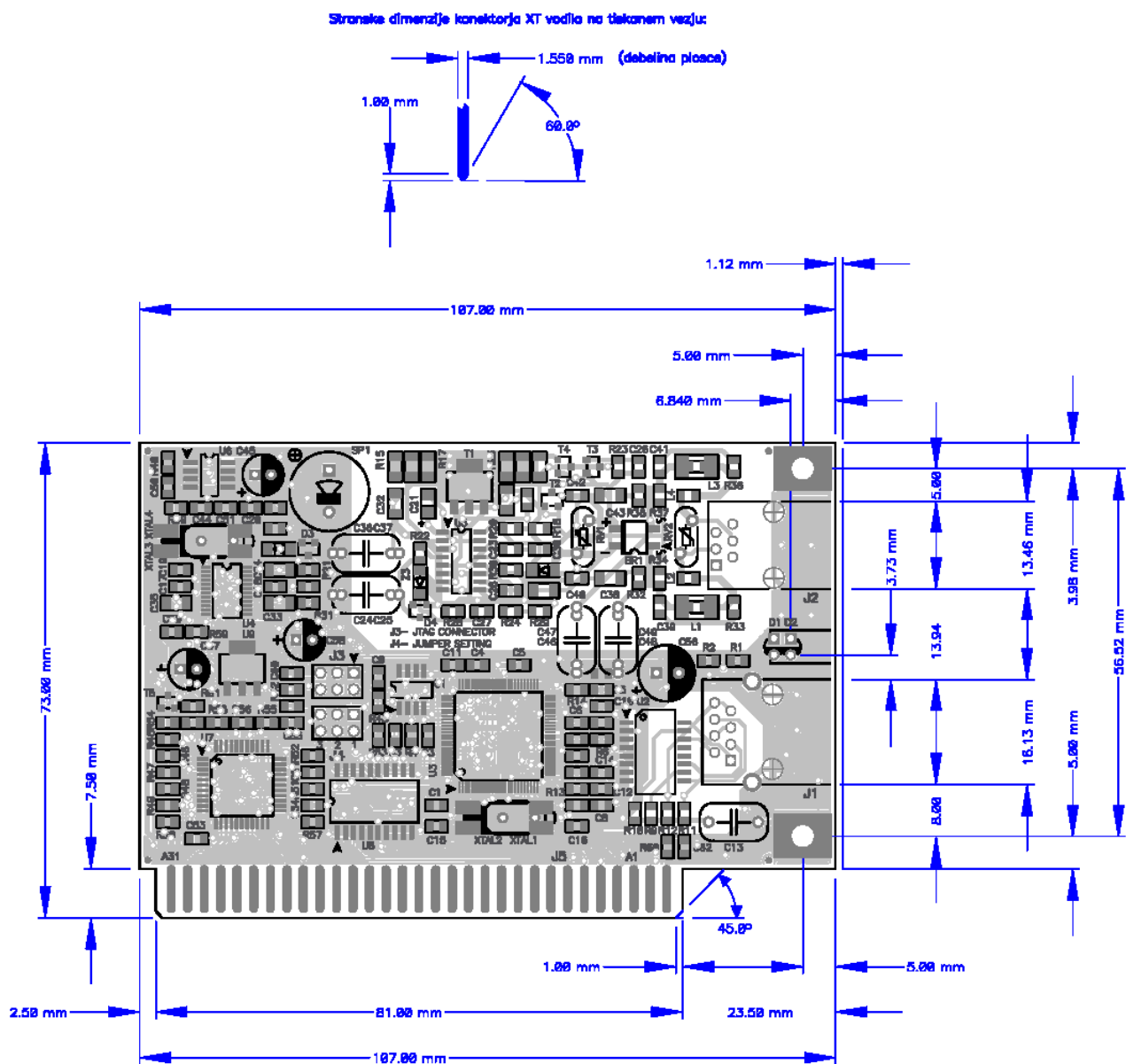
5.2 Karakteristike tiskanega vezja

Tiskano vezje Ethernet&Modem kartice na XT vodilu ima sledeče karakteristike:

- osnovni material : FR4
- debelina pošče : 1.55mm
- debelina kovinskega nanosa : 18 μ m
- dvostransko tiskano vezje
- olivno zelena maska
- enostranski beli tist
- pozlačeni kontakti konektorja XT vodila
- najmanjša debelina vezi: 240 μ m
- najmanjši presledek vezi: 240 μ m
- število izvrtin: 331
- najmanjši premer izvrtine: 0.5mm

5.3 Dimenzije tiskanega vezja

Slika 4 prikazuje dimenzije tiskanega vezja. Vse dimanzije so v milimetrih [mm].



Slika 4: Dimenzije tiskanega vezja

6 Zaključek

6.1 Viri

V tem dokumentu so uporabljeni podatki s sledečih virov:

- Silicon Laboratories Si2456/Si2433/Si2414 Preliminary Datasheet, Rev. 0.81 3/02
- Davicom DM9000 Final Datasheet, Version DM9000-DS-F02
- JTAG, National semiconductors, 1995
- XILINX XC9536XL datasheet, Version DS058 (v.1.2)

6.2 Priloge

Dokumentu so priloženi sledeči dokumenti:

- Shematski načrt v pdf in izvorni P-CAD datoteki (ethernet_modem_kartica.pdf in ethernet_modem_kartica.sch)
- Načrt tiskanega vezja v pdf in izvorni P-CAD datoteki (ethernet_modem_kartica.pdf in ethernet_modem_kartica.pcb)
- Silicon Laboratories Si2456/Si2433/Si2414 Preliminary Datasheet, Rev. 0.81 3/02
- Davicom DM9000 Final Datasheet, Version DM9000-DS-F02

7 Dodatki

7.1 Dodatek A: CPLD VHDL izvorna koda

```

--*****
--          | ethernet&modem kartica - CPLD VHDL code |
--          |-----|
--
--      Autor:      Andrej Erzen (andrej_erzen@campus.fe.uni-lj.si)
--      Datum:      20.11.2002
--      Verzija:     0.8
--*****

library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;

entity Main_entity is
    Port ( XT_CLK : in std_logic;
          XT_IRQ : out std_logic_vector(7 downto 0);
          XT_SA : in std_logic_vector(9 downto 0);
          XT_IOR : in std_logic;
          XT_IOW : in std_logic;
          XT_IOCHRDY : out std_logic;
          BUFFER_OE : inout std_logic;
          BUFFER_RW : inout std_logic;
          RESET : inout std_logic;
          XT_RESET : in std_logic;
          ETH_CS : inout std_logic;
          ETH_RD : inout std_logic;
          ETH_INT : inout std_logic;
          ETH_IOWAIT : in std_logic;
          MODEM_CS : inout std_logic;
          MODEM_RD : inout std_logic;
          MODEM_INT : in std_logic;
          SPEAKER_ONOFF : out std_logic;
          XT_ZEROWS : out std_logic;
          WR : inout std_logic);
end Main_entity;

architecture Behavioral of Main_entity is
    signal SETTING: std_logic_vector (2 downto 0);
    signal BOARD_SELECT: std_logic;
    signal BOOT_COUNTER: std_logic_vector (1 downto 0);
    signal XT_RW: std_logic;
    signal MACHINE_STATE: std_logic_vector (1 downto 0);
    signal BOARD_READY: std_logic;

    -- clock na XT vodilu
    -- visoko aktivni IRQji na XT vodilu
    -- naslovno vodilo XT vodila (0x000-0x3ff)
    -- IO read enable
    -- IO write enable
    -- signal za dodajanje cakalnih ciklov
    -- OE za 74hct245 za prilag. podat. vodila
    -- __NASTAVITVEN PIN__, RW za 74hct245
    -- nizko aktiven reset za modem in ethernet
    -- visoko aktiven reset XT vodila
    -- nizko aktiven CS etherneteta
    -- nizko aktiven OE etherneteta
    -- visoko aktiven IRQ etherneteta
    -- nizko aktiven signal etherneteta za cakanje
    -- nizko aktiven CS modema
    -- __NASTAVITVEN PIN__, nizko aktiven OE mode.
    -- nizko aktiven IRQ modema
    -- open-drain stikalo za zvochnik
    -- signal za prenos brez cakalnik cik. XT vod.
    -- __NASTAVITVEN PIN__ WE za modem in ethernet

    -- J4 jumper nastavitvev
    -- izhod naslovnega dekodeerja
    -- stevec sekvence
    -- XT_IOR ali XT_IOW sktivna
    -- avtomat za vklop/izklop zvoznika
    -- postavljeno po koncu sekvence

begin
    -- ***** power up in reset *****

    --
    --XT_RESET
    --
    --RESET
    --XXXXXX
    --
    --ETH_CS
    --XXXXXX
    --
    --strap_pins
    --XXXXXX
    --
    --boot_counter
    --xx      11      00 01 10

    reset_sequence: process (XT_RESET)
    begin
        if ((BOOT_COUNTER = "11") or (BOOT_COUNTER = "00")) then
            RESET <= '0';
        else
            RESET <= '1';
        end if;
    end process;

    boot_sequence: process (XT_RESET, BOOT_COUNTER, ETH_CS, RESET)
    begin
        if (XT_RESET = '1') then
            BOOT_COUNTER <= "11";
        elsif ((BOOT_COUNTER = "11") and (ETH_CS = '0')) then

```

```
        BOOT_COUNTER <= "00";
    elsif ((BOOT_COUNTER = "00") and (ETH_CS = '1')) then
        BOOT_COUNTER <= "01";
    elsif ((BOOT_COUNTER = "01") and (RESET = '1')) then
        BOOT_COUNTER <= "10";
    end if;
end process;

-- branje nastavitvenih pinov
strap_pin_read: process (BOOT_COUNTER)
begin
    if (BOOT_COUNTER = "00") then
        SETTING <= WR & MODEM_RD & BUFFER_RW;
    end if;
end process;

BOARD_READY <= '1' when (BOOT_COUNTER = "10") else
    '0';

-- ***** kartica <-> XT bus *****

-- dekodiranje naslovov
BOARD_SELECT <= '1' when (((SETTING = "000") and XT_SA(9 downto 4) = X"11") or
    ((SETTING = "001") and XT_SA(9 downto 4) = X"18") or
    ((SETTING = "010") and XT_SA(9 downto 4) = X"22") or
    ((SETTING = "011") and XT_SA(9 downto 4) = X"28") or
    ((SETTING = "100") and XT_SA(9 downto 4) = X"30") or
    ((SETTING = "101") and XT_SA(9 downto 4) = X"32") or
    ((SETTING = "110") and XT_SA(9 downto 4) = X"34") or
    ((SETTING = "111") and XT_SA(9 downto 4) = X"36")) else
    '0';

XT_RW <= XT_IOR and XT_IOW;

-- NASTAVITVEN PIN
BUFFER_RW <= 'Z' when (BOOT_COUNTER = "0-") else
    '0' when ((BOOT_COUNTER = "11") or (ETH_RD = '0') or (MODEM_RD = '0')) else
    '1';

BUFFER_OE <= '0' when ((ETH_CS = '0') or (MODEM_CS = '0')) else
    '1';

-- NASTAVITVEN PIN
WR <= 'Z' when (BOOT_COUNTER = "0-") else
    '0' when ((BOOT_COUNTER = "11") or ((BOARD_SELECT = '1') and (XT_IOW = '0')))) else
    '1';

XT_ZEROWS <= '0' when ((XT_RW = '0') and (BOARD_SELECT = '1')) else
    'Z';

-- ***** Ethernet *****
ETH_CS <= 'Z' when (BOOT_COUNTER = "0-") else
    '0' when ((BOOT_COUNTER = "11") or ((XT_RW = '0') and (BOARD_SELECT = '1') and XT_SA(3 downto 0) = "0-
00")) else
    '1';

ETH_RD <= '0' when ((ETH_CS = '0') and (XT_IOR = '0')) else
    '1';

XT_IOCHRDY <= 'Z' when ((ETH_IOWAIT = '1') or (ETH_CS = '1') or (BOARD_READY = '0')) else
    '0';

ETH_INT <= '0' when (BOOT_COUNTER = "00") else
    'Z';

-- ***** Modem *****
MODEM_CS <= '0' when ((XT_RW = '0') and (BOARD_SELECT = '1') and XT_SA(3 downto 0) = "011-") else
    '1';

-- NASTAVITVEN PIN
MODEM_RD <= 'Z' when (BOOT_COUNTER = "0-") else
    '0' when ((BOOT_COUNTER = "11") or ((MODEM_CS = '0') and (XT_IOR = '0')))) else
    '1';

-- ***** IRQ, zvocnik ON/OFF *****
XT_IRQ(2) <= 'Z' when (SETTING /= "000") else
    '1' when ((ETH_INT = '1') or (MODEM_INT = '0')) else
    '0';

XT_IRQ(3) <= 'Z' when ((SETTING /= "101") and (SETTING /= "110") and (SETTING /= "111")) else
    '1' when ((ETH_INT = '1') or (MODEM_INT = '0')) else
    '0';

XT_IRQ(4) <= 'Z' when (SETTING /= "001") else
    '1' when ((ETH_INT = '1') or (MODEM_INT = '0')) else
    '0';

XT_IRQ(5) <= 'Z' when (SETTING /= "010") else
```

```
'1' when ((ETH_INT = '1') or (MODEM_INT = '0')) else
'0';

XT_IRQ(6) <= 'Z' when (SETTING /= "011") else
'1' when ((ETH_INT = '1') or (MODEM_INT = '0')) else
'0';

XT_IRQ(7) <= 'Z' when (SETTING /= "100") else
'1' when ((ETH_INT = '1') or (MODEM_INT = '0')) else
'0';

-- avtomat za vklop/izklop zvočnika
boardStateMachine: process (XT_RESET, XT_RW)
begin
  if (BOARD_READY = '0') then
    MACHINE_STATE <= "00";
    SPEAKER_ONOFF <= 'Z';
  elsif (falling_edge(XT_RW)) then
    if (BOARD_SELECT = '1') then
      if ((XT_SA(3 downto 0) = "1111") and (MACHINE_STATE = "00") and (XT_IOW = '0')) then
        MACHINE_STATE <= "01";
      elsif ((XT_SA(3 downto 0) = "1110") and (MACHINE_STATE = "01") and (XT_IOR = '0')) then
        MACHINE_STATE <= "10";
      elsif ((XT_SA(3 downto 0) = "1110") and (MACHINE_STATE = "10") and (XT_IOW = '0')) then
        MACHINE_STATE <= "00";
        SPEAKER_ONOFF <= '0';
      elsif ((XT_SA(3 downto 0) = "1111") and (MACHINE_STATE = "10") and (XT_IOW = '0')) then
        MACHINE_STATE <= "00";
        SPEAKER_ONOFF <= 'Z';
      else
        MACHINE_STATE <= "00";
      end if;
    end if;
  end if;
end process;

end Behavioral;
```

7.2 Dodatek B: Spisek materiala (BOM)

P-CAD Bill of Materials ethernet_modem_kartica.sch

File Design Information:

Title: Ethernet&modem kartica
Author: Andrej Erzen
Date: 19.11.2002
Revision: 0.1.2

Count	RefDes	PatternName	Value	Description
1	U8	SO20	74HCT245-SO20	Bus transceiver v SO-20.
1	BR1	SOIC4	MB4S	BRIDGE, 400V, 500mA [Fairchild]
1	C30	0805	1n8/50V	
2	C40	0805	3n9	
	C42			
3	C11	0805	10n	
	C26			
	C44			
1	C31	0805	10p/NPO/10%	
2	C15	0805	22p	
	C16			
2	C19	0805	33p/NPO/5%	
	C20			
3	C39	0805	47p/10%	
	C41			
	C62			
25	C1	0805	100n	
	C2			
	C3			
	C4			
	C5			
	C6			
	C7			
	C8			
	C9			
	C10			

C12			
C14			
C17			
C18			
C23			
C27			
C28			
C51			
C52			
C53			
C54			
C55			
C59			
C60			
C61			
1 C50	0805	330p	
1 C32	1206	22n/250V	
4 C22	1206	220n	
C33			
C34			
C35			
2 C38	1206	560p/250V	
C43			
1 C29	1206	680n	
2 C46	CAP_300MIL_HIGH-V	1n/3kV/10%	
C48			
1 C13	CAP_300MIL_HIGH-V	10n/2kV	
2 C24	CAP_300MIL_HIGH-V	150p/3kV	
C36			
2 C47	CAP_400MIL_HIGH-V	1n/6kV/10%	
C49			
2 C25	CAP_400MIL_HIGH-V	150p/6kV	
C37			
2 D3	SOT23	BAV99	Diodi, 100V, 300mA
D4			
1 U3	LQFP100	DM9000	Ethernet MAC kontroler [Davicom]
1 U1	SO8	93C46-W	Serijski EEPROM Microwire 3.3V
1 U2	H110X	H1102	
3 L2	0805	BLM21AG121SN1	EMI filter 120E@100MHz [Murata]
L4			
L5			
2 L1	1812	68u/150mA/10%	Tuljava v 1812 SMD ohisju.
L3			
1 J5	ISA2X31_8BIT_EDGE	ISA2X31_8BIT_EDGE	
1 U9	SOT223	LD1117S33	3.3V linearni napetostni regulator
2 D1	LED_3MM	LED_3mm	
D2			
2 J3	LETV2X3_M	HEADER 2x3	
J4			
1 U6	SO8	LM386-SO8	Audio ojačevalnik in SO8
2 T2	SOT23	A42	A42,NPN,300V [Fairchild,Philips]
T4			
1 T1	SOT223	BCP56	BCP56,60V,1/2W [Fairchild,Philips]
2 T3	SOT23	A92	A92,PNP,300V [Fairchild,Philips]
T5			
3 C45	POLCAP-2.5MM	100u	Al elektrolitski kondenzator
C57			
C58			
1 C56	POLCAP-3.5MM	220u	Al elektrolitski kondenzator
1 C21	POLCAP-TANT-A	1u/35V/tant/20%	Tantalij SMD kondenzator tipa A
5 R20	0805	2k2	
R35			
R52			
R53			
R54			
8 R3	0805	4k7	
R4			
R14			
R42			
R43			
R44			
R56			
R61			
1 R13	0805	6k8, 1%	
1 R28	0805	9k31, 1%	
3 R21	0805	10E	
R22			
R41			
12 R31	0805	10k	
R45			
R46			
R47			
R48			
R49			
R50			
R51			
R55			
R57			
R58			

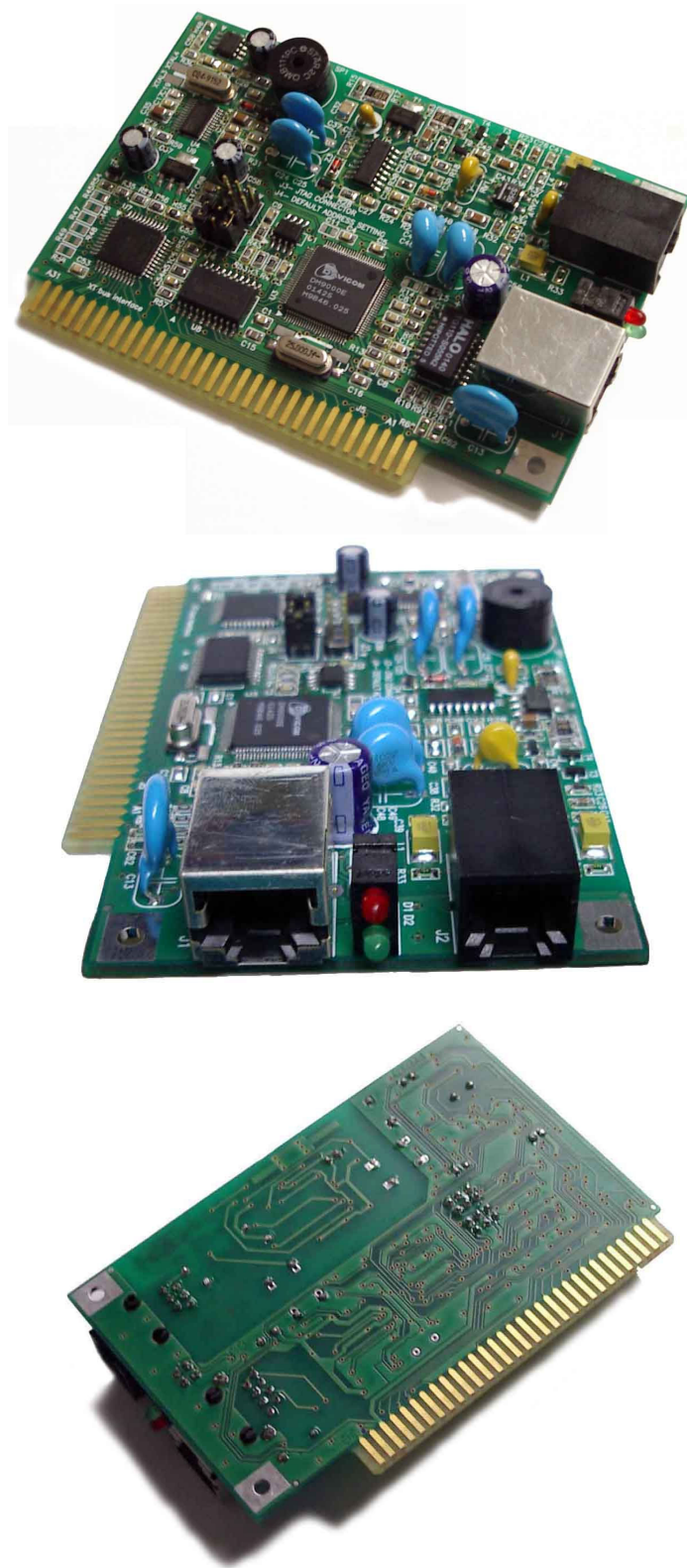
Ethernet&Modem kartica na XT vodilu

R59			
2 R34	0805	10M	
R37			
4 R5	0805	49E9, 1%	
R6			
R7			
R8			
3 R32	0805	56k	
R38			
R39			
4 R9	0805	75E, 1%	
R10			
R11			
R12			
1 R24	0805	78E8, 1%	
1 R40	0805	100k	
1 R18	0805	100k, 1%	
1 R23	0805	120k	
1 R19	0805	150E	
1 R29	0805	215E, 1%	
1 R30	0805	402E, 1%	
5 R1	0805	470E	
R2			
R33			
R36			
R60			
6 R15	1206	5k36, 1%	
R16			
R17			
R25			
R26			
R27			
1 J2	RJ11_STEWART-SS6466NF	RJ11_STEWART-SS6466NF	RJ-45 konektor [Stewart]
1 J1	RJ45_STEWART-SS6488SNF	RJ45_STEWART-SS6488SNF	RJ-11 konektor [Stewart, AMP]
1 U4	TSSOP24	Si2433	Modem chipset [Silicon Labs]
1 U5	SOIC16	SI3015	Modem chipset [Silicon Labs]
1 SP1	SPEAKER_F12MM_6.5MM	QMB-111PC	zvocnik QMB-111PC [Star]
3 O1	TRACE-0805		
O2			
O3			
2 RV1	VAR-S07	S07K275	Varistor 275V,100A [EPCOS(Siemens)]
RV2			
1 U7	QFP44	XC9536XL-VQ44	CPLD [Xilinx]
1 XTAL3	XTAL_SMD2	4.9152MHz/20pF/50ppm/150ESR	SMD kvarcni kristal
1 XTAL2	XTAL_SMD2	25.000MHz	SMD kvarcni kristal
1 XTAL4	XTAL_VERTICAL	4.9152MHz/20pF/50ppm/150ESR	4.9152MHz-HC49/S kvarcni kristal
1 XTAL1	XTAL_VERTICAL	25.000MHz	25.000MHz-HC49/S kvarcni kristal
2 Z2	MINIMELF	5V6/1/2W	MINIMELF Zener D, 500mW
Z3			
1 Z1	MINIMELF	43V/1/2W	MINIMELF Zener D, 300mW

OPOMBE:

- Tolerance uporov so $\pm 5\%$, sicer podano.
- Kondezatorji so $\pm 20\%$ / X7R / 16V, sicer podano.

7.3 Dodatek C: Slike tiskanega vezja



Slika 5: Slika zgornje, sprednje in spodnje strani kartice