

Úvod

Pro projekt virtuální laboratoře síťových technologií, realizovaném na Katedře informatiky v rámci Regional Cisco Networking Academy, bylo zapotřebí vyvinout zařízení, které by umožnilo dálkovou správu síťových konfigurací.

V současnosti je výuka síťových technologií rozdělena na dva základní celky. Teoretickou a praktickou část. Teoretická část je zaměřena na výuku principů síťových technologií. V praktické části se studenti zabývají řešením konkrétního úkolu. Jehož součástí je sestavení požadované kabeláží struktury a poté konfigurací jednotlivých síťových prvků. Kabeláží struktura je realizována UTP kabely, RS232 kabely a dalšími.

Virtuální laboratoř síťových technologií je určena k procvičení praktické části výuky. Při současných podmínkách je využití síťových prvků v učebně malé a to je vzhledem k jejich pořizovacím cenám velice neefektivní. Zařízení vyvíjené v rámci virtuální laboratoře umožní studentům vzdálený přístup ke většině síťových prvků i v době, kdy neprobíhá výuka. A také umožní tyto prvky vzdáleně navzájem propojit dle požadované konfigurace. Realizace zařízení, jenž umožní vzdálené propojení jednotlivých síťových prvků je téma kterým se budu ve své práci zabývat.

Požadavky na systém

Propojovací zařízení musí obsahovat dostatečné množství vhodně zvolených LAN a WAN portů a musí umožnit vždy dvojice typově shodných portů vzájemně propojit. Veškeré konfigurace budou prováděny prostřednictvím standardního terminálového emulátoru textově orientovaným jazykem.

Základní rozdělení systému

Celý systém lze rozdělit na dvě části a to na část spínací a část řídicí. Řídicí část bude mít za úkol komunikovat s obsluhou prostřednictvím terminálové aplikace. A dle zadaných příkazů řídit spínací část systému, která bude realizovat jednotlivá propojení.

Návrh jednotlivých možností realizace spínací části

Stěžejní částí celé konstrukce je návrh spínací části. Tedy vytvoření spínací matice jenž by umožňovala vzájemné propojení nejméně dvanácti portů. Apriorní kritérium pro všechna navrhovaná řešení je, že zařízení bude pracovat na první vrstvě referenčního modelu ISO OSI. Tedy na fyzické vrstvě. S přihlédnutím k tomuto omezení byla navržena tato řešení:

Spínání za pomoci reléových prvků

Výhoda tohoto řešení by byla v dokonalém oddělení řídicí a spínací části. Spínané signály by při tomto řešení nemusely být nijak upravovány (absence oddělovacích transformátorů a přizpůsobovacích členů). Takto řešené spínací maticové pole by taktéž umožnilo spínat vysokou škálu frekvencí. Výhody jsou tedy značné. K nevýhodám patří například to, že relé je mechanická součástka a tudíž má větší náklonnost k poruchovosti než polovodičový spínací prvek. Je taky zřejmé, že by každé relé muselo být spínáno polovodičovým prvkem, jenž by oddělil mikroprocesorovou řídicí jednotku a jednotlivá relé. To by opětovně rozšířilo počet součástek a navýšilo komplikovanost celého zařízení. Všechny jmenované aspekty by přispěly i ke snížení spolehlivosti.

Spínání za pomoci polovodičového spínacího pole

Hlavní výhoda polovodičového spínacího maticového pole je, že spínání se provádí bezkontaktně. Běžně dostupné polovodičové součástky mohou realizovat spínací pole i 8x16. Tedy na vytvoření spínacího pole 16x16 by bylo zapotřebí jen dvou součástek. Nevýhodou je, že spínané signály se musí nejdříve přizpůsobit. (Například signály z UTP kabelu budou muset být přes oddělovací transformátory připojeny na společný potenciál.)

Z výše jmenovaných kritérií byla pro spínací jednotku zvolená druhá varianta. Pro spínací pole byl vybrán obvod firmy Zarlink MT8816AT. Jedná se o analogové spínací pole 16x8. Pro efektivní využití bylo použito dvou těchto polí a tím se vytvořila matice 16x16. Tedy celé zařízení bude moc spínat 16 portů.

Poznámka: Analogové spínací pole bylo vybráno proto že signály v UTP kabelu se svou povahou více podobají analogovým signálům. Tato součástka taktéž umožňuje spínat signály digitální. Nevýhodou je že maximální frekvence spínaného signálu je 20MHz, což umožní spínat pouze 10BaseT Ethernet.

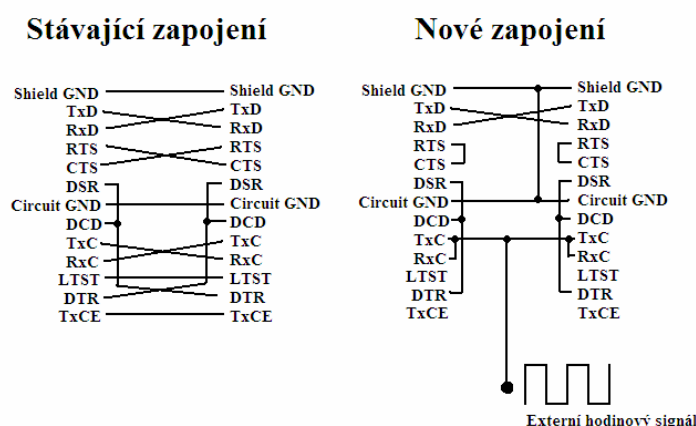
Návrh řídicí části

Pro řídicí část byl vybrán osmibitový mikroprocesor firmy Atmel AT8051ED2. Výhoda tohoto procesoru tkví hlavně v možnosti nahrávání řídicího programu prostřednictvím sériového rozhraní, přímo v aplikaci (bez nutnosti vyjmutí procesoru). Dalším důležitým aspektem je že procesor má 64kb paměti FLASH, což je dostatečná velikost i pro značně velkou aplikaci.

Provedené experimenty

Než bylo přistoupeno k samotné realizaci, bylo nutné prakticky ověřit možnost realizace jednotlivých částí.

Jako nejvhodnější WAN port bylo vybráno synchronní rozhraní RS232. Toto rozhraní obsahuje kromě datových signálů (TxD, RxD) a hodinového signálu (CLK) značné množství signálů pomocných. Aby se zamezilo nutnosti všechny tyto pomocné signály spínat, bylo navrženo použití tzv: „NULL MODEMU“. Jedná se o speciální zapojení konektoru, při kterém jsou signály eliminovány pouze na (TxD, RxD a CLK) Obr.1.



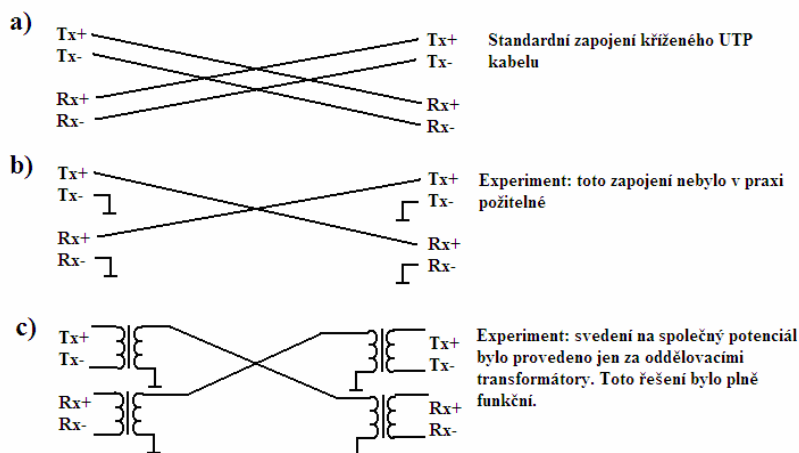
Obr. 1

V praxi se ale při propojování síťových prvků toto zapojení nevyužívá a proto bylo zapotřebí možnost jeho použití prakticky ověřit. Při této příležitosti byla navržena i další změna. Propojujeme-li dva síťové prvky pomocí synchronního sériového rozhraní je vždy nutné nastavit jeden z prvků tak, aby generoval hodinový signál. Tento signál by musel být také spínán maticovým polem, což by zařízení komplikovalo. Bylo navrženo, že při spínání sériových portů bude hodinový signál generovat samotné spínací zařízení. Všechny tyto navrhované změny byly odzkoušeny a bylo zjištěno, že na funkčnost komunikace mezi síťovými prvky nemají žádný vliv.

Dalším experimentem mělo být dokázáno nutnost použití oddělovacích transformátorů jako přizpůsobovacích členů pro maticové spínací pole. Při spínání Ethernetu 10BaseT.

Chceme-li spínat libovolné signály polovodičovým spínacím polem, musíme tyto signály svést na společný potenciál. UTP kabel obsahuje osm vodičů. Pouze čtyři z nich jsou použité pro přenos dat. Jsou to signály Tx+, Tx-, Rx+, Rx-. Jedná se o „rozdílové“ signály a tudíž nejsou svedeny k žádnému jednotnému potenciálu. Schématické zapojení kříženého UTP kabelu je na Obr.2 a). Proto bylo vyzkoušeno následující: Tx- a Rx- byly připojeny na nulový potenciál (GND), Rx+ a Tx+ byly ponechány beze změn Obr.2 b). Při této změně se

chybovost přenášených dat zvýšila na neúměrnou hodnotu, která se s délkou vedení značně zvyšovala. Toto řešení tedy nebylo pro praktickou realizaci vhodné. V posledním kroku bylo zkonstruováno zapojení dle Obr.2 c). Tedy signály byly připojeny na společný potenciál, ale pouze za oddělovacími transformátory. Toto řešení se ukázalo jako zcela vyhovující.



Obr. 2

Realizace řídicí jednotky

Řídicí jednotka je realizována na dvou mikroprocesorech řady 8051. Jeden z mikroprocesorů je hlavním řídicím členem celého zařízení a druhý má za úkol generovat hodinové signály pro spínané synchronní sérové porty RS232.

Podpůrné obvody

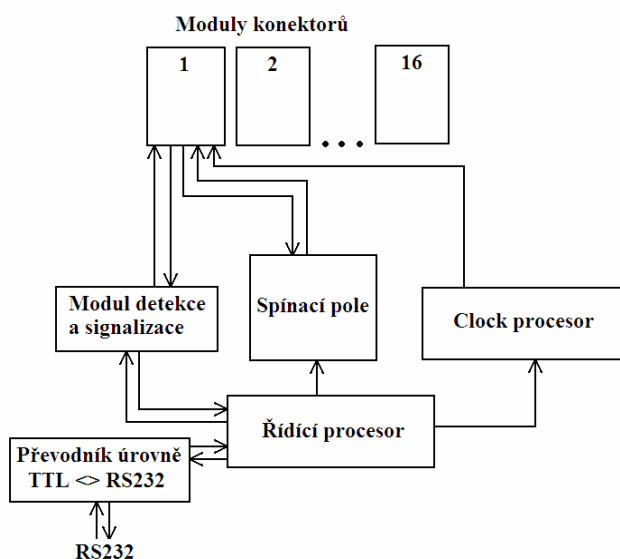
Pro detekci stavů na jednotlivých portech a případnou indikaci bylo zařízení vybaveno čtyřmi obvody PCF8574D. Což je osmibitový expandér komunikující přes sběrnici I²C.

Popis jednotlivých modulů a jejich návaznosti (Obr.3)

- **Řídicí procesor** – obvod AT89C51ED2 – základní řídicí jednotka celého zařízení. Obsahuje program, který emuluje terminál a komunikuje s okolím přes rozhraní RS232. Řídí všechny obvody celého zařízení.
- **Spínací pole** - 2x obvod MT8816 – maticové analogové spínací pole. Každý obvod realizuje matici 16x8 tedy ve společném zapojení matici 16x16. K řídicímu procesoru je připojen za pomoci 7 bitové datové sběrnice a 4 pomocných signálů (RESET, DATA, STROBE, CS).
- **Clock Procesor** - obvod AT89C51ED2 – tento procesor má za úkol generovat na zadaných portech hodinový signál o žádaný kmitočet. K řídicímu procesoru je

připojen 8 bitovou datovou sběrnici a dvěma pomocnými signály. Použitý komunikační protokol byl vyvinut pouze pro tuto aplikaci. Tudíž se nejedná o žádný ze standardních komunikačních protokolů.

- **Modul detekce a signalizace** – 4x obvody PCF8574D – všechny tyto obvody tvoří 32 datových linek. Na každý modul konektorů jsou přivedeny vždy dvě z těchto linek, které mohou být použity pro detekci stavu na modulu konektorů, popřípadě pro signalizaci libovolných stavů systému.
- **Moduly konektorů** – systém byl navržen tak, aby se jednotlivé konektory mohly do zařízení připojovat jako zásuvné moduly. V každém modulu budou umístěny dva konektory, jeden pro rozhraní RS232 a druhý pro rozhraní Ethernetu. Každý modul umožní využít vždy jeden z konektorů. Modul bude detekovat, který z konektorů bude využíván. Aktivní součástky na modulu upraví vstupní signál, aby vyhovoval požadavkům spínacích maticových polí. Do modulů bylo krom potřebných signálů, přivedeno pro budoucí použití i další napájecí napětí a sběrnice I²C. To vše kvůli dalšímu možnému rozšíření.

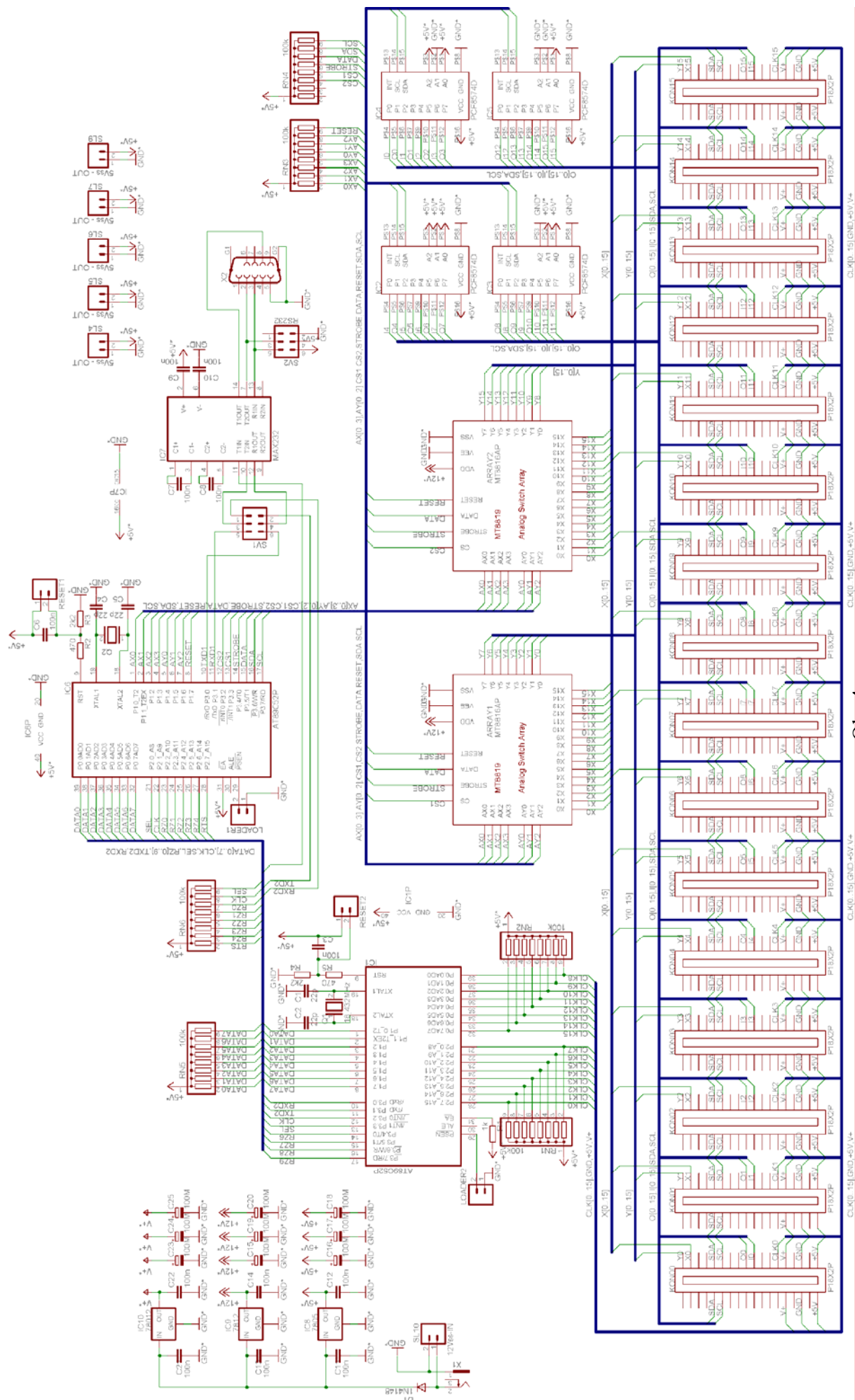


Obr. 3

Napájecí část

V předchozím textu nebyla ještě zmíněna napájecí část. Tu tvoří dva stabilizátory typu 7805 a 7808. Třetí stabilizátor není prozatím osazen je určen pro případné rozšíření. Mimo spínacích maticových polí jsou všechny součástky napájeny napětím 5Vss. Spínací maticová pole mají vlastní stabilizované napětí 8 Vss.

Obvodové schéma základní desky je na Obr.4



Obtaining the $\mathcal{H}_\infty$ norm

Řídící program

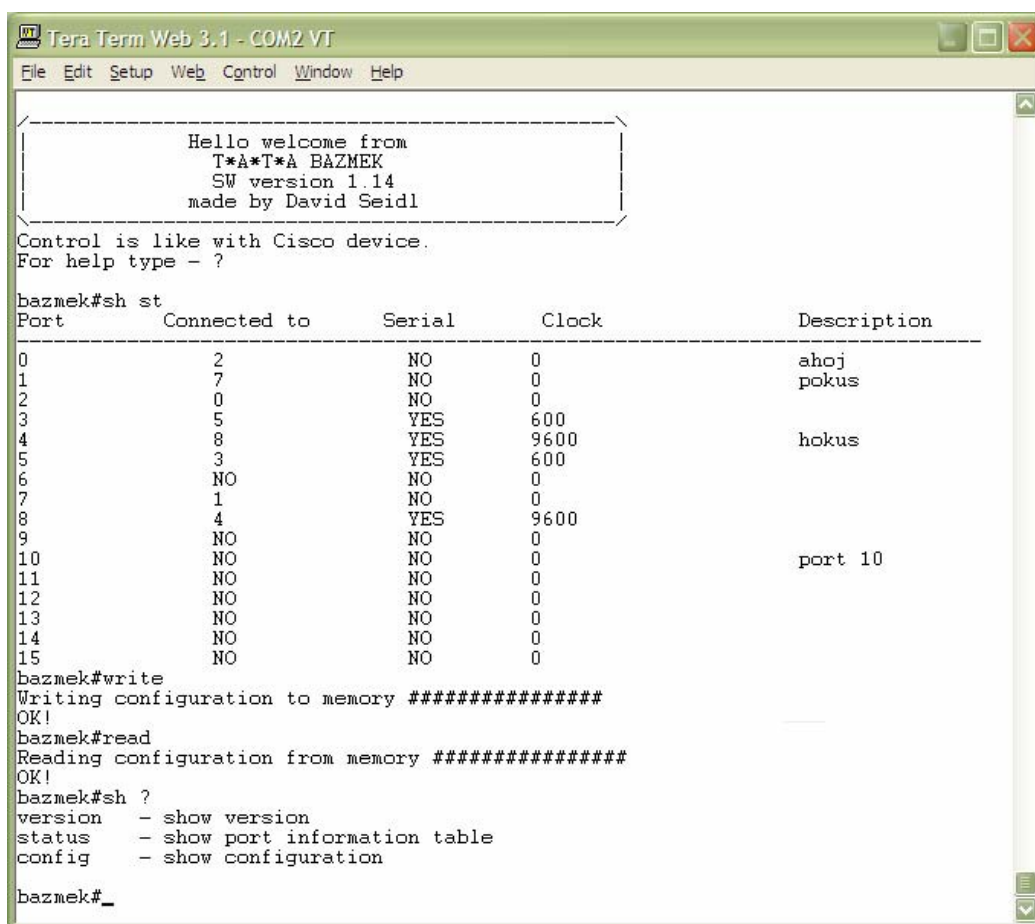
Řízení celého zařízení zajišťuje řídicí procesor. Jeho hlavním úkolem je a komunikovat s obsluhou prostřednictvím asynchronním sériovém rozhraní a řídit ostatní části systému.

Aby bylo ovládání příjemné, byla terminálové aplikace programována tak, aby se co nejvíce podobala konfiguraci stávajících síťových zařízení. Aplikace podporuje tyto příkazy:

- **connect port_a port_b** – propojí porty port_a a port_b, přičemž kontroluje zdali už nejsou tyto porty propojené a zdali jsou porty stejného typu
- **show** – příkaz má tyto parametry:
 - **status** – vypíše tabulku v níž jsou zapsána všechna spojení
 - **config** – vypíše konfiguraci ve formátu posloupnosti příkazů, jenž by se musely zadat zařízení ve stavu kdy jsou všechny porty rozpojeny, aby se uvedlo do nynější konfigurace
 - **version** – vypíše verzi software
- **clock port value** - je-li port sériový nastaví hodinový signál o hodnotě „value“ na definovaný port a port s ním propojený
- **reset** – uvede systém do stavu kdy jsou všechny porty rozpojeny
- **write** – zapíše aktuální konfiguraci do paměti EEPROM a tato konfigurace bude načtena při opětovném zapnutí přístroje
- **description port value** – popis k jednotlivým portům, value je libovolná textová hodnota, slouží k popisu jednotlivých portů maximální délky dvanáct znaků
- **read** – přečte nastavení z EEPROM
- **no** – neguje některé funkce (příklad: *no clock 6* – zruší hodinový signál na portu 6, *no connect 6* – rozpojí port 6)

Terminálová aplikace obsahuje i funkce historie příkazů, které umožňuje opětovně vypsat již provedené příkazy. Další funkce, která má sloužit k většímu pohodlí obsluhy je funkce zkrácených příkazů. Tato funkce porovnává napsaný text s databází příkazů či parametrů daného příkazu a pokud napsaný text jednoznačně definuje příkaz či parametr je tento proveden. Tedy například příkaz *sh* je identický s příkazem *show* apod. Poslední důležitou funkcí je nápověda. Výpis nápovědy ke každému z příkazů je aktivován parametrem „?“ . Tedy nápověda k příkazu *show* se vyvolá zadáním *show ?* či zkráceně *sh ?*.

Náhled do terminálové aplikace je naznačen v na Obr. 5. Je zde vidět uvítací hlášení, výstup příkazu *show status* (zkrácený na *sh st*), *read*, *write* a *sh ?*.



```

Tera Term Web 3.1 - COM2 VT
File Edit Setup Web Control Window Help

Hello welcome from
T*A*T*A BAZMEK
SW version 1.14
made by David Seidl

Control is like with Cisco device.
For help type - ?

bazmek#sh st
Port      Connected to      Serial      Clock      Description
-----
0          2                   NO          0           ahoj
1          7                   NO          0           pokus
2          0                   NO          0
3          5                   YES         600
4          8                   YES         9600        hokus
5          3                   YES         600
6          NO                NO          0
7          1                   NO          0
8          4                   YES         9600
9          NO                NO          0
10         NO                NO          0           port 10
11         NO                NO          0
12         NO                NO          0
13         NO                NO          0
14         NO                NO          0
15         NO                NO          0

bazmek#write
Writing configuration to memory #####
OK!
bazmek#read
Reading configuration from memory #####
OK!
bazmek#sh ?
version    - show version
status     - show port information table
config     - show configuration

bazmek#_

```

Obr. 5

Závěr

Vývoj systému pro automatizovanou správu síťových konfigurací si kladl za cíl umožnit na dálku propojovat jednotlivé síťové prvky. Konkrétně porty 10BaseT a vhodně zvolené WAN rozhraní.

Vyvinuté zařízení umožňuje propojovat porty 10BaseT a synchronní či asynchronní porty RS232, což plně vyhovuje všem požadavkům.

Komunikační terminálová aplikace byla programována s ohledem na co největší podobnost s konfigurací stávajících síťových prvků a byla vyvíjena ve spolupráci s budoucími uživateli.

Při návrhu a realizaci zařízení byl brán velký zřetel na další vývoj. V současné době jsou již rozpracovány návrhy nových modulů, které by celé zařízení obohatilo o další funkce. Díky těmto opatřením není nutné pro tato další rozšíření navrhovat novou základní desku což vede k nemalým finančním úsporám.

Díky použitým mikroprocesorům, je velice snadná výměna programu v řídicím i „clock“ procesoru což opět ulehčuje další vývoj.