

...the broadest narrowband money can buy



Úvod do systému MORSE

Jak na MORSE 1

6. listopadu 2013

Obsah

1. Úvod	5
1.1. Vlastnosti systému MORSE	5
1.2. Co budete potřebovat	6
2. Síť MORSE	7
2.1. Jak vypadá síť MORSE	7
2.2. Adresy v MORSE	8
2.3. Vysvětlení použitých pojmů	9
3. Komunikační jednotka	11
4. Servisní terminál	13
5. MORSE Main menu	17
5.1. Ovládání menu	17
6. Úvod do routingu	23
7. Routing 1	27
8. Příklady routingu 1	29
8.1. Přímé spojení mezi dvěma CU.	29
8.2. Spojení přes retranslaci.	30
8.3. Vzdálený přístup	31
9. Příklady routingu 2	34
9.1. Sériová linka	34
9.2. Sériová linka v návaznosti na síť	36
10. Routing 2	38
11. Příklady routingu 3	41

Seznam obrázků

2.1. Jednoduchá síť MORSE	7
2.2. Složitější síť	7
2.3. Datový paket	9
3.1. Komunikační jednotka MR400	11
4.1. Menu utils/actual	13
4.2. Servisní kabel DKR23 pro MR400, rx a tx signály	15
4.3. Servisní kabel DKR12 pro MR25	15
4.4. Setr po připojení k CU	16
5.1. Schéma CU a příslušná konfigurační menu	19
5.2. Předávání paketu po konfiguračních spojích	21
6.1. Schéma jednoduché sítě	23
6.2. Schéma rozvětvené sítě	23
6.3. Schéma komunikační jednotky CU	24
7.1. Zjednodušené schéma nódu	27
9.1. Linkový retranslační spoj	34
9.2. Schéma sítě	36
10.1. Blokové schéma nódu	38

1. Úvod

1.1. Vlastnosti systému MORSE

MORSE je paketový telekomunikační systém. Přenáší datové pakety rádiovými kanály a sítí IP

- Síť vytvořená pro danou aplikaci výlučně pro přenos dat
- Paketová síť je efektivní pro velmi častý přenos krátkých zpráv
- Vysoká přenosová rychlost = vysoká přenosová kapacita a spolehlivost. Tím, že se jednotlivé zprávy přenášejí kratší dobu, snižuje se i riziko napadení zprávy rušením.
- Modulační přenosová rychlost radiomodemů v systému MORSE je 21,68 kbps pro kanál šířky 25 kHz v pásmech 140-470 MHz a až 192 kbps pro kanál šířky 500 kHz v pásmu 900 MHz
- Rychlost přepínání příjem/vysílání < 1,5 ms
- Integrace jakéhokoliv přenosového média - LAN, WAN, GPRS, satelit apod.
- K dispozici 5 uživatelských portů + ethernet na každém modemu, integrovaný digitálně/analogový I/O modul
- Desítky podporovaných průmyslových protokolů
- Možnost dálkové konfigurace, hot-line servis, dálkový dohled a správa sítě, diagnostika sítě pomocí dohledového SW RANEC - lze průběžně sledovat a kontrolovat kvalitu přenosů, optimalizovat síť a včas reagovat na zhoršení vlastností spojů dříve než dojde ke ztrátě spojení. Dálkovým servisním zásahem lze objevit příčiny většiny poruch, rozhodnout zda je závada v komunikační síti či v připojeném zařízení a převážnou část závad rychle a levně odstranit. V HW komponentech systému MORSE jsou přístupné záznamy obsahující vyčerpávající informace o provozu, stavu přenosových kanálů (opakované pakety, ztracené pakety, počty paketů apod.), rušení apod. typicky 3 dny zpět. Testování a sledování kvality jednotlivých spojů
- Radiomodemy systému MORSE jsou vybaveny mimo jiné speciálním software, určeným k testování a měření kvality přenosu dat, simulace provozní zátěže apod. Systém MORSE neustále (i při poslechu zpráv uživatelského provozu) měří a ukládá do paměti slyšitelnost stanic, sílu signálu, datovou kvalitu, průměrnou i pulzní úroveň rušení apod.
- Možnost tvorby velmi rozlehlých mobilních sítí

Další informace o systému morse na www.racom.eu¹.

¹ http://www.racom.eu/cz/products/morse_main.html

1.2. Co budete potřebovat

Stránky www.racom.eu obsahují mnoho informací užitečných pro práci se systémem MORSE. Najdete je takto:

<i>Obsah článku</i>	<i>Kudy k němu</i>
Setr - podrobný popis	Podpora, Firmware, Setr-firmware ²
Setr pro MR25 - podrobný popis	Podpora, Firmware, Setr-firmware pro MR25 ³
Aplikace Setr, Netcnf, Memcp, Netlock	
popis	Podpora, Utility, MORSE Utility ⁴
download	Download, Archive, Firmware&Utility ⁵
Aplikace Ranec, podrobný popis	
popis	Podpora, Network Management ⁶
download	Download, Archive, Ranec ⁷
Nahrávání firmware do modemu	
popis	Podpora, Utility, Download firmware ⁸
download	Download, Archive, Firmware&Utility ⁹
Komunikační protokoly	
popisy	Podpora, Interface protokoly ¹⁰
download	součást firmware v modemu
Jak na MORSE - studijní příručka:	
Úvod do systému, routing, příklady	Podpora, MORSE systém-popis, Jak na MORSE 1 ¹¹
Mobilní režim, diagnostika, protokoly	Podpora, MORSE systém-popis, Jak na MORSE 2 ¹²
Ethernet v MORSE	Podpora, MORSE systém-popis, Jak na MORSE 3 ¹³
Návody k výrobkům	
MR400	Podpora, Radiomodemy, MR400, Návod ¹⁴
MS2000	Podpora, Napájecí zdroje, MS2000, Návod ¹⁵
značení	Download, Výrobní kódy ¹⁶

² <http://www.racom.eu/cz/support/firmware/mr400/index.html>

³ <http://www.racom.eu/cz/support/firmware/mr25/index.html>

⁴ <http://www.racom.eu/cz/support/utills/index.html>

⁵ <http://www.racom.eu/cz/download/archiv-fw.html>

⁶ <http://www.racom.eu/cz/support/ranec/index.html>

⁷ <http://www.racom.eu/cz/download/archiv-ranec.html>

⁸ <http://www.racom.eu/cz/support/download/index.html>

⁹ <http://www.racom.eu/cz/download/archiv-fw.html>

¹⁰ <http://www.racom.eu/cz/support/protocol.html>

¹¹ <http://www.racom.eu/cz/support/morse-m1/index.html>

¹² <http://www.racom.eu/cz/support/morse-m2/index.html>

¹³ <http://www.racom.eu/cz/support/morse-m3/index.html>

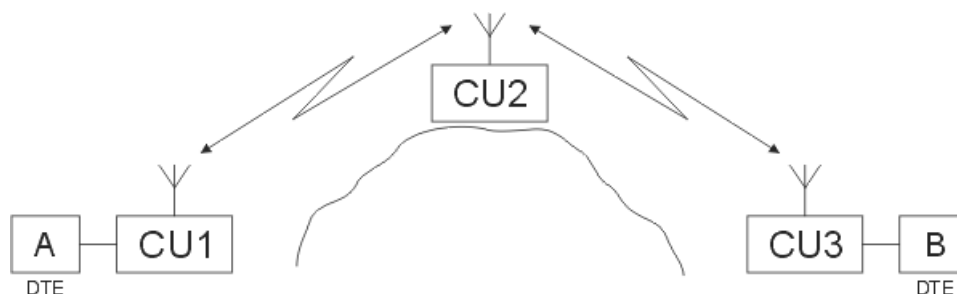
¹⁴ <http://www.racom.eu/cz/products/m/mr400/index.html>

¹⁵ <http://www.racom.eu/cz/products/m/ms2000/index.html>

¹⁶ <http://www.racom.eu/cz/download/morsecode.html>

2. Síť MORSE

2.1. Jak vypadá síť MORSE

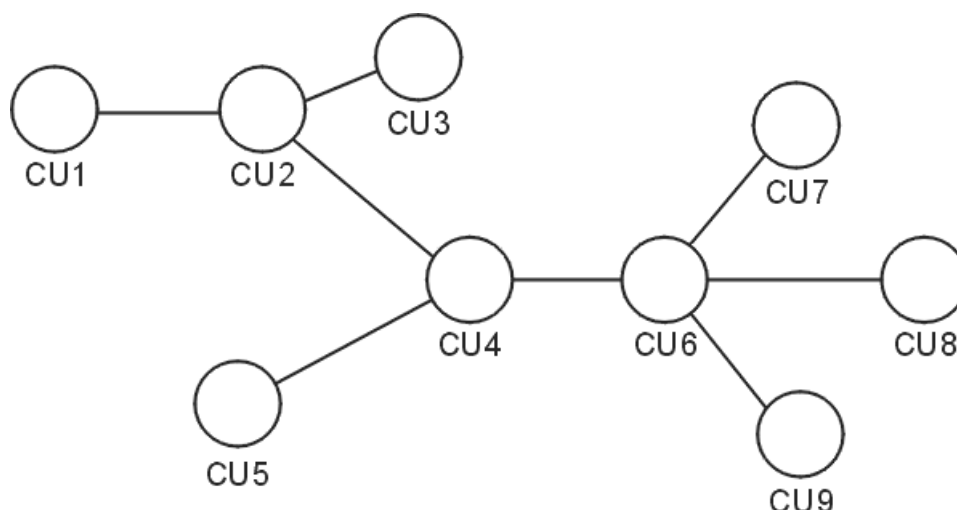


Obr. 2.1: Jednoduchá síť MORSE

Pro vytvoření výchozí představy o síti MORSE poslouží obrázek Obr. 2.1. Přenášená informace ve formě datového paketu přichází z připojeného zařízení A typu DTE (data terminal equipment) do rádiového modemu CU1. Tento rádiový modem je zařízení, které paket zkontroluje, upraví a doplní o záznaky potřebné k dalšímu přenosu rádiovým kanálem, proto se označuje jako komunikační jednotka (communication unit) - CU.

Komunikace probíhá takto – Připojené zařízení A vyšle datový paket pro zařízení B. Rádiový modem CU1 je mimo dosah přímé slyšitelnosti rádiového modemu CU3, proto trasa paketu vede přes CU2. Tato komunikační jednotka, stejně jako všechny ostatní, je vybavena rozhodovací inteligencí se kterou zajistí směrování a předání paketu na další úsek jeho cesty. CU2 tedy přijme paket od CU1 a vyšle jej dál do CU3. Tomuto způsobu předání paketu se říká retranslace. V cílové CU3 je paket odeslán po drátové lince do vnějšího zařízení B.

Situace není ale většinou tak jednoduchá. Datové sítě bývají velmi rozlehlé a s velkým počtem bodů. Které spoje budou při provozu používány se rozhodne podle kvality spojení, podle zatížení sítě a podle skladby adres použitých v síti. Každá CU má informace o volbě tras uloženy ve své routingové tabulce (nebo též retranslační tabulce) a podle té pak rozhoduje o předávání přijatých paketů.



Obr. 2.2: Složitější síť

2.2. Adresy v MORSE

Spojovaný a nespojovaný přenos dat

Síť může přenášet data dvěma způsoby. Při spojovaném přenosu je předem vytvořena trasa propojením jednotlivých úseků sítě a vzniklá trasa je pak k dispozici pro obousměrný přenos dat. Příkladem je telefonní síť. Tento způsob je vhodný pro přenos velkého objemu dat při jedné relaci, ostatní účastníci musí po tuto dobu čekat.

Druhý způsob je nespojovaný přenos, který se používá i v síti MORSE. Zde jsou do sítě vysílány pakety s daty. Každý z paketů je opatřen adresou cíle a putuje sítí samostatně. Délka paketu je limitována na 1500 byte, takže přenos mezi dvěma CU proběhne podle délky paketu za 0,1 až 1 sec. Potom může stejným úsekem trasy procházet jiný paket k jinému cíli. Z toho vyplývá vhodnost nespojovaného přenosu pro časté předávání krátkých zpráv velkému počtu účastníků.

Nespojovaný přenos včetně adresování lze dobře přirovnat k poštovnímu provozu. Také zde se zasílají informace opatřené adresou sítí poštovních úřadů, které postupně regulují jejich postup k adresátovi. Pokusíme se srovnat analogické pojmy:

dopis	paket
poštovní adresa	hlavička paketu s adresou
text dopisu	data
podpis	kontrolní součet
doporučený dopis	potvrzované posílání paketů
dopisy se mohou vzájemně předběhnout	není zaručeno stejné pořadí doručených paketů
třídění dopisů před rozvozem	routing paketů

Adresa

Adresa MORSE obsahuje ve svých 4 bajtech 4 stupně určení cíle. Nazývají se:

global - net - wide - local

Adresa vypadá například takto:

690F0A11

Obsahuje 4 bajty, každý je tvořen dvěma hexadecimálními znaky:

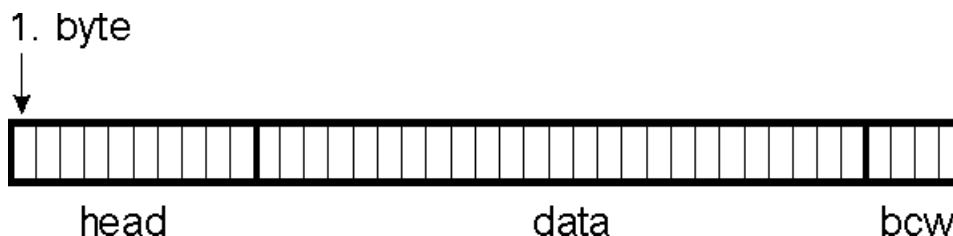
- 69– global (určení země 69 Česká Republika, 6A Slovensko ...)
- 0F - net (oblast v zemi nebo jiné bližší definování sítě)
- 0A - wide (podsíť, další upřesnění)
- 11 - local (konkrétní CU uživatele v síti)

Pro každou část adresy je k dispozici 0xFF to je 256 možností. Celkový počet možných adres je 256^4 , což přesahuje 4 miliardy. Skladba adres je důležitá pro dobrou dosažitelnost jednotlivých sítí, zejména při provozu vzdáleného dohledu na funkci sítě. Pokud není uvedeno jinak, je adresa MORSE vyjádřena osmi hexadecimálními znaky.

2.3. Vysvětlení použitých pojmů

Paket

Paket je řada bajtů (byte) uspořádaná podle přesných pravidel.



Obr. 2.3: Datový paket

- hlavička (head) - na začátku této řady je skupina bajtů, která obsahuje základní informace o paketu (typ, délka, komu je určen atd.)
- data - za ní následují další bajty, které nesou potřebnou informaci (údaje sledovaných měřicích přístrojů, polohu vozidla podle GPS, textovou zprávu, příkaz pro dálkově ovládané čerpadlo atd.)
- zabezpečení (bcw - block control word) - paket je zakončen kontrolním součtem, který slouží ke kontrole bezchybnosti přenesení paketu

Konkrétní formát paketu závisí na použitém komunikačním protokolu.

Jaký je dosah MR400

Dosah nebo slyšitelnost rádiového signálu v pásmu 400 MHz je ovlivněna tvarem terénu a jinými překážkami. Za nepříznivých podmínek (město, údolí) je dosah stanice MR400 několik set metrů až několik kilometrů, za příznivých podmínek (přímá viditelnost, dobrá anténa) je možný kvalitní provoz na vzdálenost přes 100 km.

Síťové prostředí

Prostředí, kterým jsou přenášeny pakety, umožňuje takové šíření zpráv, kdy vyslanou zprávu může zachytit více příjemců. Zpráva proto musí nést informaci, který z příjemců ji má dále zpracovat. V našem případě je to prostředí rádiových signálů, síťové prostředí Ethernetu nebo například drátová síť protokolu Modbus.

Jiný typ prostředí dovoluje přenášet signály jen mezi dvěma účastníky a někdy se označuje jako linkové. Příkladem je drátová komunikační linka protokolu RS232, která se používá pro spojení mezi CU a vnějším zařízením.

Rozptýlená inteligence

Provoz v síťovém prostředí může být ovládán v principu dvěma způsoby:

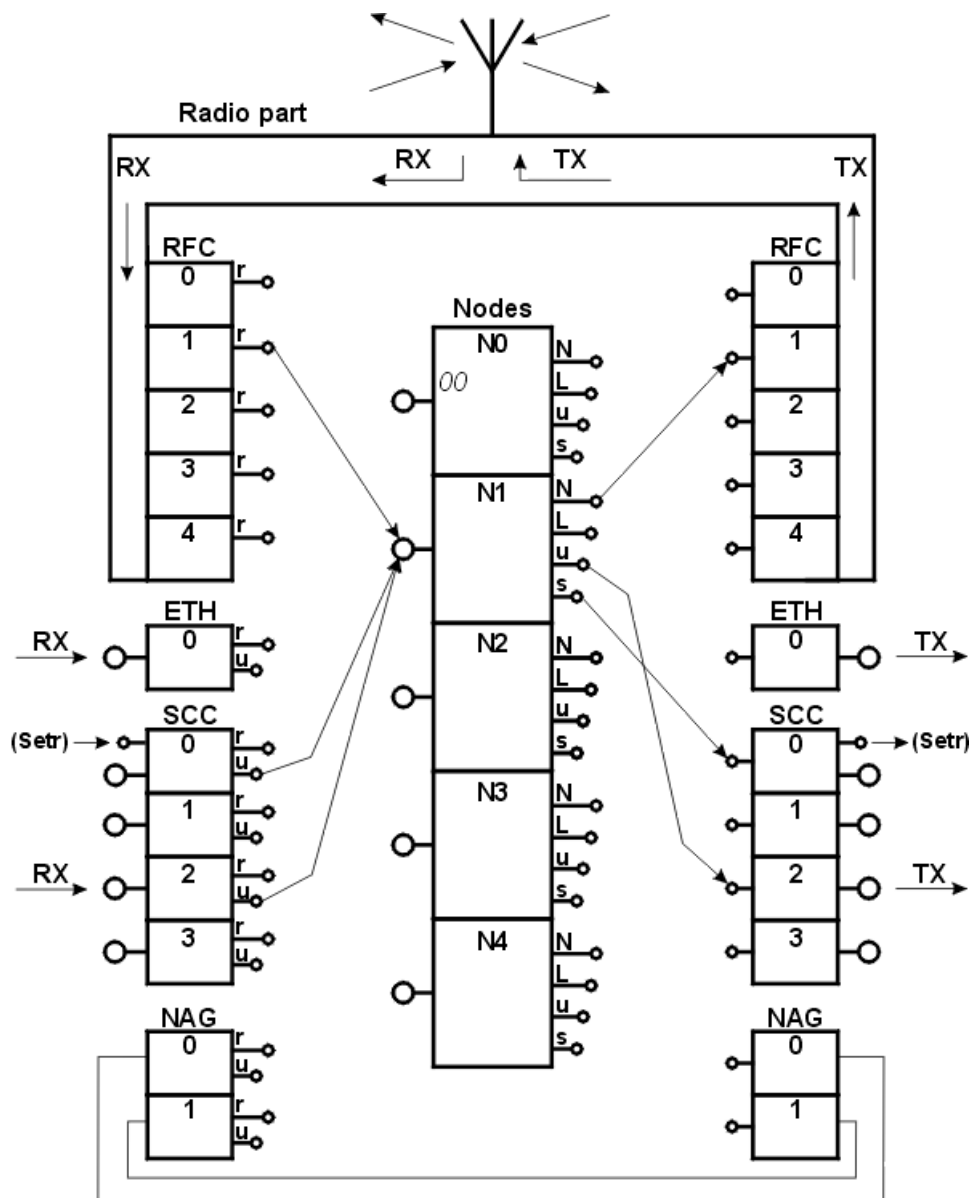
Síť může obsahovat jediné centrum, které řídí předávání zpráv, například telefonní ústřednu. Účastníci pak pouze požádají centrum o zprostředkování předání zprávy a centrum provede vše potřebné.

Druhá možnost je, že síť je složena z prvků, z nichž každý je schopen zpracovat zprávu potřebným způsobem. To znamená rozhodnout, kam má být zpráva předána, předat ji do patřičného kanálu (což je zde rádiový kanál, Ethernet, drátová komunikační linka, výstupní port, služební kanál) a zkontrolovat bezchybnost předání. Systém MORSE se skládá z CU takto vybavených. Všechny CU jsou shodné a liší se jen v nastavení konfiguračních parametrů. Proto je síť MORSE snadno rozšiřitelná nebo přestavitelná.

3. Komunikační jednotka

Schéma komunikační jednotky MORSE je v principu shodné pro různá zařízení jako MR400, MC100, MR900, MR25, MR25ET, sw MORCE nebo WALRUS. Tato zařízení se mohou lišit přítomností některých bloků nebo jejich počtem, postupy konfigurace však zůstávají stejné. Dále uvedená schémata a popisy odpovídají produktům řady MR400, pokud není uvedeno jinak.

CU (Communication Unit) lze z pohledu konfigurace znázornit takto:



Obr. 3.1: Komunikační jednotka MR400

Jednotlivé bloky jsou opatřeny vždy jedním vstupem (zleva) a jedním nebo více výstupy (doprava). Pakety procházejí schématem zleva doprava. Výjimkou je anténní svorka nahoře, kterou střídavě prochází přijímaný signál dovnitř CU a vysílaný signál ven do antény.

Uprostřed je **5 nódů**, což jsou základní centra řídicí komunikaci. Ve skutečnosti to nejsou žádné krabičky se svorkami, ale části programu v procesoru. Z pohledu konfigurace je to 5 nezávislých řídicích jednotek, každá má 1 vstup a 4 výstupy. Uvnitř jsou vybaveny rozhodovací logikou pro řízení toku pa-

ketů (routing). Každý z nódů může mít přidělenou jinou adresu, pod kterou pak vystupuje v síti MORSE (tedy jedna CU může být součástí několika nezávislých sítí).

Rádiová část je naznačena v horní části obrázku. Je společná pro celou CU a jednotlivé nody ji používají střídavě. Jejich výstupy procházejí přes radiofrekvenční kanály (RFC), které podle nastavených pravidel umožňují předávání paketů z nódů do vysílací rádiové části. Příjemná část RF kanálu předává pakety přijaté z RF prostředí do toho nódů, ke kterému je nastavenou konfigurací připojena.

Sériové komunikační kanály (SCC), nakreslené v dolní části, přijímají pakety z vnějšího zařízení, upravují je na standardní formu paketů MORSE a předávají do nódů. Ve své výstupní části pak umožňují výstup paketů z nódů k uživatelskému zařízení.

Kanál ethernetu (ETH) umožňuje vstup a výstup paketů mezi sítí ethernet a nódem sítě MORSE.

Network agent (NAG) je virtuální kanál bez fyzického výstupu. Podobně jako ostatní komunikační kanály přijímá pakety z nódů, provede s nimi požadované úkony a odešle je opět na vstup některého nódů.

Uvedené bloky jsou propojeny komunikačními linkami podle volby v konfiguraci. Zde například na vstupu nódů 1 se sbíhají 3 linky z RFC1, SCC0 a SCC2, z jeho výstupů vedou 3 linky různými směry. Pravidlem je, že na vstupu se může sejít více linek, z výstupu však smí být definován jen 1 směr dalšího postupu paketu. Linky se konfigurují nezávisle pro příjem a pro vysílání. Například spoj z SCC0 do nódů1 je jiný než z nódů1 do SCC0.

Poznámky ke konfiguraci

Nódy jsou očíslovány 0 až 4. Nód 0 má přidělenou adresu pevně. Je to výrobní číslo, které vždy začíná znaky 00, například 0049B897. Podle tohoto čísla (adresy) lze CU kdykoli identifikovat a pomocí tzv. path paketů jej lze používat i k navazování spojení. Ostatním nódům lze přidělit adresu libovolnou a používat je pro běžnou komunikaci. Výstupy nódů jsou čtyři:

N	net	síťový výstup do síťového prostředí (rádio, ethernet, síťové linky)
L	line	linkový výstup do drátové linky mezi dvěma CU
u	user	uživatelský výstup pro uživatelská data
s	service	servisní výstup pro servisní data, zejména pro aplikaci Setr

Kanály SCC, ETH a NAG mají 2 výstupy - výstup retranslační, který se používá pro předávání paketů uvnitř sítě MORSE a výstup uživatelský používaný pro pakety, které přišly zvnějšku do sítě MORSE.

Kanály RFC mají pouze retranslační výstup pro předávání paketů rádiovou sítí. Pro RFC by uživatelský výstup neměl uplatnění.

Konfigurační parametry, to je výše zmíněné spoje mezi kanály a nody a mnoho dalších parametrů, které ovlivňují funkci sítě MORSE, se nastavují pomocí programu SETR.exe. Tento sw běží ve standardním PC, které je připojeno nejčastěji sériovým kabelem nebo ethernetem.

4. Servisní terminál

Servisní terminál je program, kterým se ovládají CU systému MORSE prostřednictvím osobního počítače. Umožňuje nastavovat parametry CU, monitorovat provoz na jednotlivých kanálech, spouštět testy, číst záznamy o minulém provozu a další funkce. Je součástí skupiny aplikací pro ovládání sítě MORSE, které jsou dostupné na stránkách www.racom.eu.

Na hlavní stránce zvolíme **Download** > **Software** nebo pro starší doporučené verze **Download** > **Archive** a vybereme příslušný adresář:

- **utils/actual/** - zde se nachází aktuální sada ovládacích aplikací pro CU. Podle používaného operačního systému si vybereme příslušný soubor, pro Windows to zde je `utils-win-gui-9.0.19.0.exe`. Číslo 9.0.19.0 vyjadřuje verzi software, která je postupem vývoje zvyšována.
- **firmware/actual/** - moduly firmware obsažené v radiomodemech; tyto není třeba nahrávat, jeden z modulů je již do CU vložen ve výrobě. Další práce s firmware viz stať [Download](#)¹.
- **utils/release-candidate/** - tyto adresáře, přístupné ve vyšších úrovních přístupu na [www](http://www.racom.eu), obsahují nový, ještě ne zcela otestovaný software

Po volbě `utils/actual/` se objeví nabídka:



Obr. 4.1: Menu `utils/actual`

¹ <http://www.racom.eu/cz/support/download/index.html>

Od verze 9.0.16.0 je k dispozici .exe soubor, zde `utils-win-gui-9.0.19.0.exe` k automatické instalaci do PC. Soubor zkopírujeme do PC a spustíme jej. Po dotazu na zálohování (backup) odpovíme Ne (pak bude stará sada Utils přepsána) nebo Ano (pak bude uložena do adresáře Utils-xxxx). Při instalaci bude vytvořen adresář `c:\Racom\Utils\` se všemi důležitými soubory. Setr pak lze spouštět i z Windows menu Start volbou **Start** > **Programy** > **Racom** > **Utils** > **Setr**.

Druhou možností je použít soubor `utils-win-gui-9.0.19.0.zip`. Ten rozbalíme do vhodného adresáře. Obsahuje více souborů, nezbytné minimum pro práci s CU je `setr.exe`

Z adresáře `firmware/actual/` můžeme stáhnout soubory s moduly firmware pro CU. Adresář obsahuje dvě sady modulů:

- soubory `m1r-757-mx.zip` (dříve `mr25-721-mx.zip`) jsou určeny pro MR25, MR25ET, MCM302
- soubory `m2r-9.0.19.0-cx10.fkl.zip` (dříve `mr900-721-mx.zip`) jsou určeny pro MR900, MR400, MR300, MR160, MC100, MG100

V adresáři `c:\Racom\Utils\` vytvoříme adresář `\fkl\` a do něj rozbalíme potřebné soubory z `m2r-9.0.19.0-cx10.fkl.zip`, například `ce10.fkl` a `cb10.fkl`. Příklad umístění souborů:

Jméno	Přípoj	Velikost	Datum	Atributy
[.]	<DIR>		20.08.2007 09:46	----
[fkl]	<DIR>		20.08.2007 09:46	----
[m1r_bat]	<DIR>		20.08.2007 09:44	----
[m2r_bat]	<DIR>		20.08.2007 09:44	----
memcp	exe	2 275 840	12.07.2007 23:34	-a-
netcnf	exe	2 426 368	12.07.2007 23:34	-a-
netloc	exe	2 374 656	12.07.2007 23:34	-a-
setr	exe	2 782 208	12.07.2007 23:34	-a-
starter	exe	5 632	12.07.2007 23:34	-a-
uninstall	exe	35 205	20.08.2007 09:44	-a-
VERSION	txt	8	12.07.2007 23:35	-a-

Pro ovládání CU používáme utility:

Utilita	Popis
Setr	Software pro ovládání CU
Memcp	Nahrávání software do CU
Netcnf	Upload/download konfigurace CU
Netlock	Uzamknutí CU



Poznámka

Popis nahrávání programového modulu firmware do CU najdeme na www.racom.eu v sekci Podpora/Software/Utility/Download firmware².

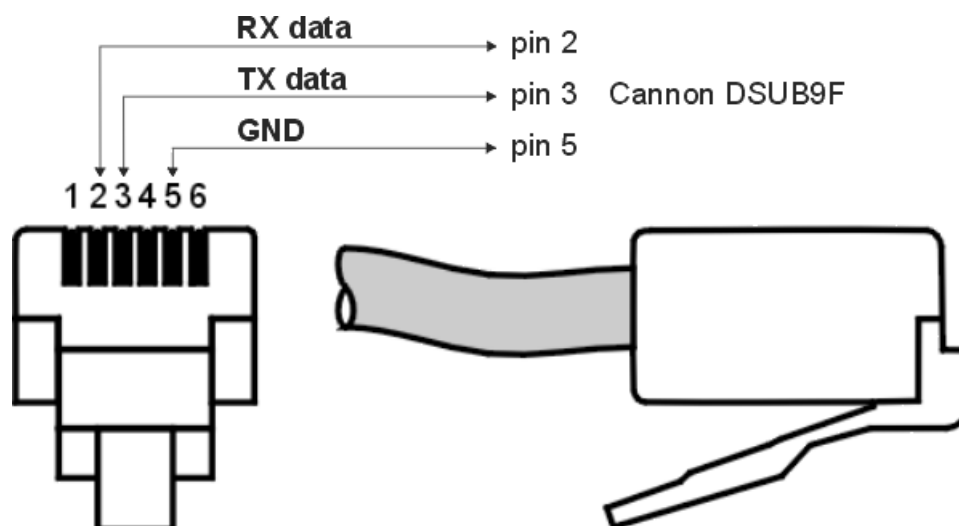


Doporučení

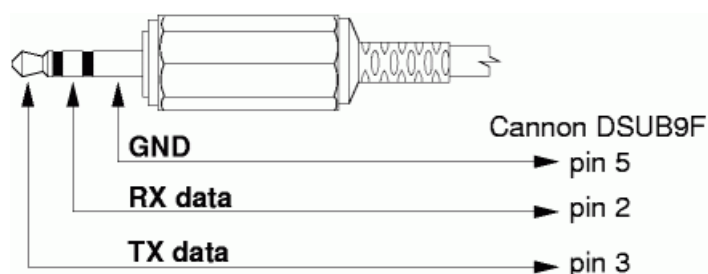
Pro bezproblémovou konfiguraci a ovládání CU se doporučuje použít stejnou verzi firmware v CU a ovládacích utilit (Setr, Memcp a další).

Pro spojení PC a CU slouží servisní kabel s takto propojenými kontakty:

² <http://www.racom.eu/cz/support/download/index.html>



Obr. 4.2: Servisní kabel DKR23 pro MR400, rx a tx signály



Obr. 4.3: Servisní kabel DKR12 pro MR25

Připojení CU k PC sériovým kabelem provedeme spojením konektoru SERVICE na modemu s rozhraním COM1 nebo s COM2 na PC. Viz též Návod k obsluze³, kap. servisní konektor⁴.

Nyní můžeme spustit `Setr.exe`. Pokud je servisní kabel připojen do PC přes jiný port, než com1, pak spustíme Setr s příslušným parametrem např. `setr -p2`. Objeví se obrazovka servisního terminálu. Nahoře je uvedeno číslo verze Setru (`ver. 9.0.19.0`), na spodním okraji je adresa připojeného nódu v CU a číslo portu PC. Hlavním obsahem obrazovky je MORSE main menu, z kterého se odvíjí celé ovládání CU.

³ <http://www.racom.eu/cz/products/m/mr400/index.html>

⁴ http://www.racom.eu/cz/products/m/mr400/ch03.html#serv_konektor

```

Setr
System Application Parametres Help
local addr: 690F0001
>>Morse API, ver. 9.0.19.0, (c) 2004, RACOM s.r.o., Czech republic.
Mon Aug 20 10:30:08 2007
address seek...: 690F0001
Service Terminal.
MORSE main menu:
(H)W (U)nit (R)adio
(N)odes S(D)R (B)c
(S)CC R(F)C (E)th
(A)rt r(T)ab (c)nf
(m)isc NA(G)
(s)ervice d(i)ag
(p)ath (? )help
(o)ld cnf menu
(q)uit
>>|
addr: 690F0001 COM 1
    
```

Obr. 4.4: Setr po připojení k CU



Upozornění

Po dobu zapojení servisního kabelu se port SCC0 odpojí od fyzického rozhraní, jsou v něm automaticky nastaveny defaultní parametry (19200 bit/s, N81, protokol MARS-A) a komunikuje po servisním kabelu s aplikací Setr (nebo Netcnf, Memcp...). Po odpojení servisního kabelu se obnoví komunikace s uživatelským zařízením připojeným ke konektoru SCC0.

Tuto funkci plní SCC0 u MR400 nebo SCC2 u MR25.

5. MORSE Main menu

Morse main menu obsahuje všechny funkce pro ovládání CU.

```
MORSE main menu:

(H)W      (U)nit  (R)adio
(N)odes S(D)R  (B)c
(S)CC     R(F)C  (E)th
(A)rt     r(T)ab (c)nf
(m)isc    NA(G)

(s)ervice      d(i)ag
(p)ath         (?)help

(o)ld cnf menu

(q)uit
>>
```

5.1. Ovládání menu

Práce s menu a jeho možnosti jsou popsány v *MORSE Firmware Dokumentaci*. Zde uvedeme pro přiblížení, že první část menu slouží k nastavení konfiguračních parametrů, druhá pro servisní a diagnostické práce a poslední umožňuje ovládání starších verzí software. Jednotlivé povely se volí stiskem písmene uvedeného v závorce. Například zápis adresy nódu se provede takto:

- stiskneme **N** pro volbu povelu Node, stiskneme **Enter**
- stiskneme **e** pro volbu povelu edit, stiskneme **Enter**
- hlášení zakončené **O.K.** sděluje, že stávající parametry byly přeneseny z CU do Setru
- stiskneme **Enter** pro jejich zobrazení

nyň můžeme vidět stav parametrů menu Nodes:

```
Nodes:
                                retab
Nid|address |M | u  s | L  N |l w n g H|sTO Err  Cent vTO hTO
(0) 004AE97E  - S00| - R00|0 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30
(1) 690F1109  S02 S00| - R01|1 1 1 1 -| 15 SERV OFF 304 30
(2) 00000000  S01 S00| - R02|0 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30
(3) 00000000  S02 S00| - R03|0 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30
(4) 00000000  S03 S00| - R04|0 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30

de(f)ault (r)ead (w)rite
(I)nit (S)ync
(q)uit
>>
```

Vidíme, že nód 1 má již vloženou adresu 690F1109 a přidělené routingové tabulky local, wide, net a global, každou s pořadovým číslem 1. User výstup z nódu 690F1109 (řádek (1), sloupek u) vede na port SCC2. Ostatní parametry mají doporučenou výchozí hodnotu, to je takovou, jaká by se v nich objevila po volbě příkazu `default`.

Abychom vložili např. do nódu 4 adresu 69112233,

stiskneme `4 Enter`, dále podle nápovědy na obrazovce

stiskneme `a Enter`,

vložíme adresu `69112233 Enter Enter`,

vrátíme se o 1 úroveň zpět `q Enter Enter`,

nyní novou adresu, která je zatím jen v Setru, přeneseme do trvalé paměti S-RAM v CU `w Enter`,

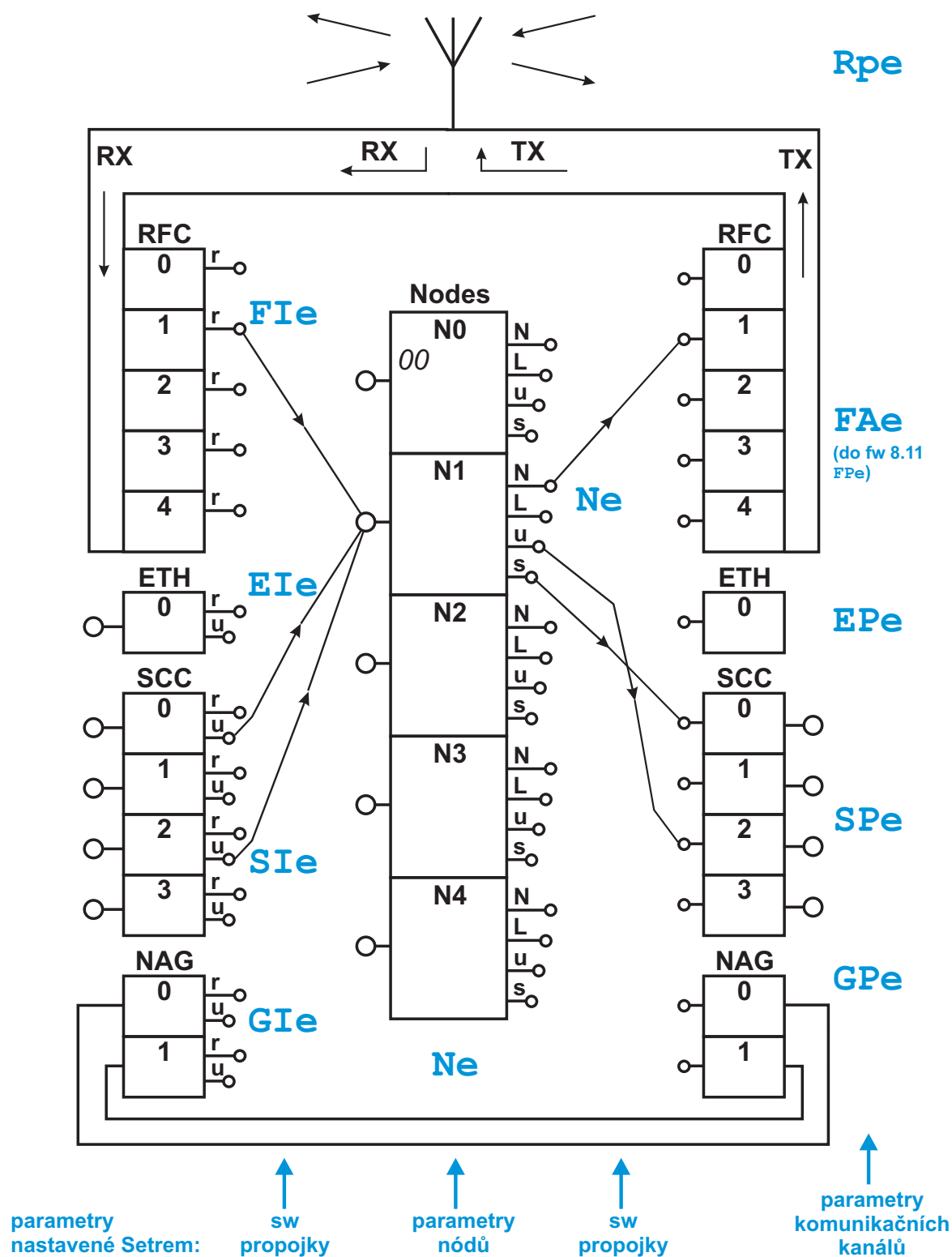
po obdržení potvrzení zápisu `O.K.` zapíšeme novou adresu příkazem `I Enter` také do operační paměti RAM a tím ji uvedeme v činnost.

Celá akce vypadá nepřehledně, po získání krátké zkušenosti ji však již budeme provádět z Main menu takto:

```
Ne Enter (O.K.) Enter
4a 69112233 Enter Enter
w Enter (O.K.)
I Enter (O.K.)
Q Enter (návrat do MORSE main menu)
```

Základní principy konfigurace

jsou dobře patrné ze schématu uspořádání CU. Jsou zde označena menu Setru, která obsahují konfigurační parametry hlavních částí CU.



Obr. 5.1: Schéma CU a příslušná konfigurační menu

Propojení od nódů ke komunikačním kanálům se nastavuje v již zmíněném menu Ne, to je (N)odes (e)dit:

```

Nodes:
                                retab
Nid|address |M | u  s | L  N |l w n g H|sTO Err  Cent vTO hTO
(0) 004AE97E  - S00| - R00|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(1) 690F1109  S02 S00| - R01|1 1 1 1 -| 15 SERV  OFF 304 30
(2) 690F1205  S03 S00| - R02|2 2 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(3) 00000000  S02 S00| - R03|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(4) 00000000  S03 S00| - R04|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30

```

Každému nódu přísluší 1 řádek, kde ve sloupcích `u, s, L, N` je definováno, kam směřuje příslušný výstup. Řádek (1) odpovídá spojům v obrázku. Další 4 sloupce `l, w, n, g` určují číslem 1 až 4, které z připravených routingových tabulek budou nódem použity při řešení routingu.

Propojení ze sériového kanálu SCC k nódu se volí v menu `SIe`:

```

Channel to Node Interface:
  retranslation      | user+service          lim
id N  A t           m | N  A t Base      m sec brc S  e
(0) 0  NO AR        | 1  NO AR          usr OFF NONE
(1) 0  NO AR        | 2 MASK 00000000/08 usr OFF NONE
(2) 0  NO AR        | 1 MASK 00000000/08 usr OFF NONE
(3) 0  NO AR        | 0 MASK 00000000/08 usr OFF NONE

```

Každému kanálu opět přísluší 1 řádek, pro směrování výstupu `r` slouží skupina sloupců `retranslation` a pro směrování výstupu `u` jsou určeny sloupce `user`. Základní informaci nesou sloupce `N`, které určují, na který nód je výstup směrován. Řádky (0) a (2) odpovídají spojům v obrázku. Ostatní položky v tabulce budou vysvětleny při výkladu vlastností sériového kanálu.

Podobně se používá i menu `FIe` pro směrování výstupů z radiofrekvenčního kanálu:

```

Channel to Node Interface:
  retranslation      | user+service          lim
id N  A t           m | N  A t Base      m sec brc S  e
(0) 0  NO AR        | 0  NO AR          usr OFF NONE
(1) 1  NO AR        | 0  NO AR          usr OFF NONE
(2) 2  NO AR        | 0  NO AR          usr OFF NONE
(3) 3  NO AR        | 0  NO AR          usr OFF NONE
(4) 4  NO AR        | 0  NO AR          usr OFF NONE

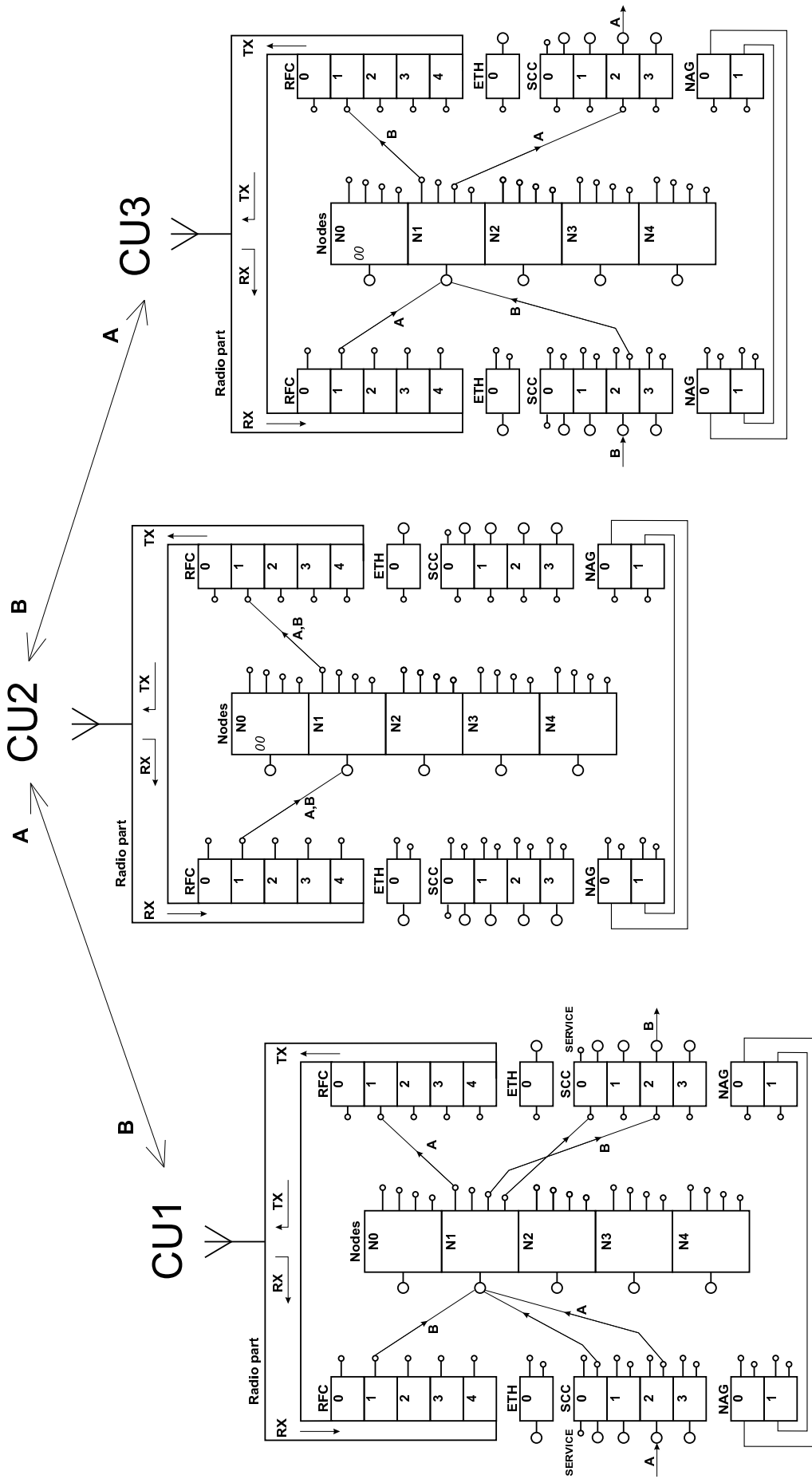
```

Odlišuje se jen počtem řádků podle počtu RF kanálů a dále tím, že sloupce `user` se zde nepoužívají. Řádek (1) odpovídá spojům v obrázku. Definováním cesty z kanálu RF nebo SC do nódu je současně přidělena kanálu adresa tohoto nódu. Je-li pak rádiovým dílem přijat paket, je zde podle adresy paketu určeno, zda přísluší k některému z RF kanálů. Pokud ne, pak není dále zpracován, pokud ano, pak je předán do nódu cestou nakonfigurovanou v tomto menu.

Stejně se chová i menu `EIe` pro kanál Ethernet a menu `GIe` pro kanály Network Agent.

Pro lepší představu o výše zmíněných konfiguračních spojkách

je dále uvedeno schéma tří komunikačních jednotek, které tvoří jednoduchou rádiovou síť, se zakreslenými spoji. Jsou uvedeny jen ty spoje, které jsou použity při předávání paketu:



Obr. 5.2: Předávání paketu po konfiguračních spojích

Paket A je odeslán z CU1 do CU3:

- Paket A vstupuje kanálem SCC2 do CU1. Nód N1 jej odešle rádiovým kanálem RFC1.
- Rádiový díl CU2 paket přijme, kanál RFC1 jej odešle do nódu N1 a odtud pokračuje vysílací částí RFC1 dále do antény. Tomuto kroku se říká retranslace.
- V cílovém CU3 je paket přijat rádiovým dílem, kanálem RFC1 předán nódu N1 a odtud do sériového kanálu SCC2, kterým paket opouští síť MORSE.

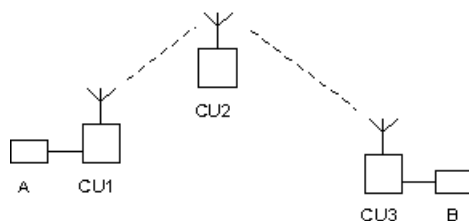
Paket B je odeslán z CU3 do CU1:

- Cesta paketu opačným směrem od CU3 do CU1 probíhá analogicky, začíná šipkou vstupující do SCC2 v CU3 a končí šipkou vystupující z SCC2 v CU1.
- V CU1 jsou zakresleny také spoje spojující SCC0 s nódem N1. Tyto slouží pro předávání servisních paketů (například při nastavování konfigurace) mezi Setrem a nódem 1, protože servisní konektor na MR400 je uvnitř CU připojen k SCC0. Podobné spoje jsou v každé CU, aby byl možný přístup ze Setru servisním kabelem do každé komunikační jednotky.

Jak tento příklad naznačuje, je nód centrem rozhodovacích operací pro řízení cesty paketů sítí. Výklad těchto operací začíná úvodem do routingu.

6. Úvod do routingu

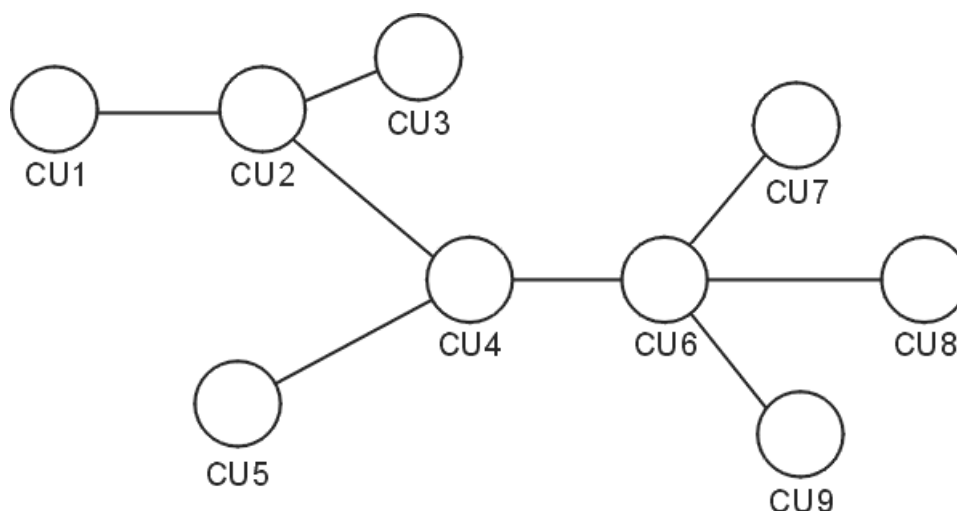
Paket, který vstupuje do sítě MORSE, musí být vybaven cílovou adresou. Tato adresa je mu přidělena již v uživatelském zařízení A nebo B. Toto vnější zařízení může adresu určit například jen jako pořadové číslo 1 až 5, pracuje-li v síti obsahující 5 stanic. O převod adresy do tvaru MORSE se pak postará vstupní část CU, nejčastěji sériový komunikační kanál SCC.



Obr. 6.1: Schéma jednoduché sítě

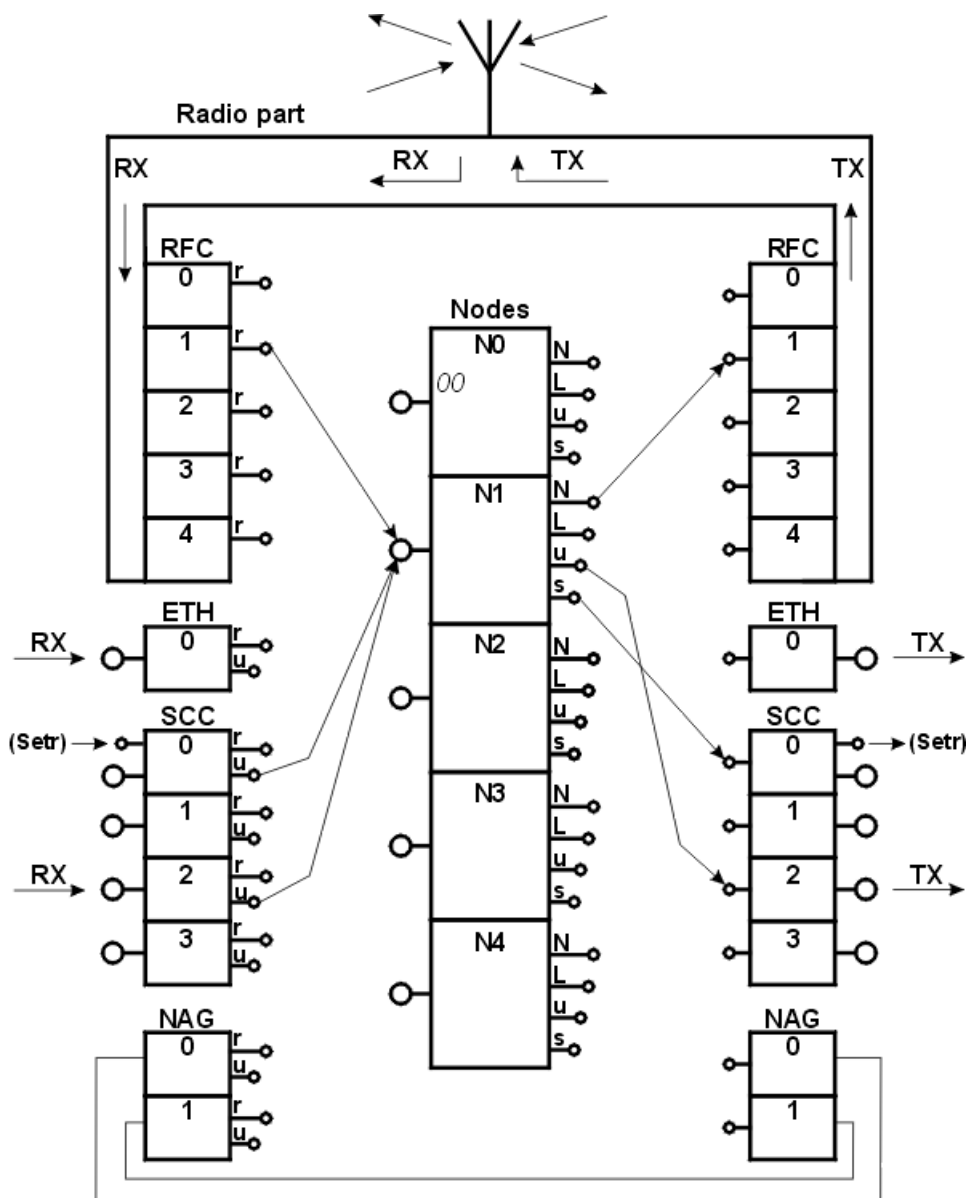
Tuto cílovou adresu nazývanou destination (zkráceně *dest* nebo *dst*) nese paket ve své hlavičce po celou cestu sítě. Slouží jako výchozí informace pro každou CU při routingu to je při řešení dalšího kroku trasy paketu. Paket nese s sebou i výchozí adresu zvanou *source* (*src*), podle které cílová CU pozná, komu má odeslat odpověď. Například, viz další obrázek, paket vyslaný v síti 69AABB00 z CU1 do CU6 má tedy adresu *src* 69AABB01 a adresu *dst* 69AABB06. Trasa paketu je rozložena do řady kroků mezi sousedními CU, zde 1 > 2, 2 > 4, 4 > 6. Pro každý z těchto kroků je řešení routing samostatně a paket nese s sebou i tyto dvě adresy právě probíhajícího kroku – právě vysílající CU je **from** a právě přijímající CU je **to**. Adresy obsažené v hlavičce paketu MORSE jsou tedy:

src, from, to, dst



Obr. 6.2: Schéma rozvětvené sítě

Všechny routingové operace probíhají v některém z 5 nódů, které jsou obsaženy v každé CU. V nódu se dále popsaným postupem určí procházejícímu paketu adresa **to** a paket je vyslán některým ze čtyř výstupů nódu na další cestu sítě MORSE. Funkce nódu je popsána v odstavci Routing 1.



Obr. 6.3: Schéma komunikační jednotky CU

Pro ilustraci uvedeme záznam o cestě signálu přes tři nody z adresy 690F120F na adresu 690F1209 a zpět:

```

u S02  690F120F  R01
30/ 46 690F1200  R01
31/ 88 690F1209  serd

serd  690F1209  R02
30/ 41 690F1200  R01
30/ 65 690F120F  u S02
690F1209h>
    
```

Uprostřed je trasa vyznačena posloupností adres, vpravo označení kanálů, kterými paket opouštěl nód a vlevo je síla přijímaného signálu.

Z hlediska vnitřní stavby sestává adresa ze 4 bajtů nazvaných **global**, **net**, **wide** a **local**, viz úvodní kapitola. Podle těchto částí adresy vyhledává nód další údaje v routingových (nebo také retranslačních) tabulkách. Postup této činnosti nódu je probrán v následující kapitole Routing 1. Zde si ukážeme práci s routingovými tabulkami.

Z MORSE main menu volbou:

```
>> T Enter
```

dostaneme:

```
Retranslation table:
```

```
(l)ocal
(w)ide area
(n)et
(g)lobal
(q)uit
>>
```

Zvolíme si, se kterým typem tabulky chceme pracovat, například pro tabulku wide:

```
>> w Enter
```

```
Wide retranslation table No:
```

```
(1) (2) (3) (4)
(q)uit
>>
```

Tabulka může být připravena až ve čtyřech verzích aby každý z nódů mohl mít k dispozici jinou tabulku. Zvolíme tabulku číslo jedna:

```
>> 1 Enter
```

```
Retranslation table:
```

```
(r)ead nontrivial paths
(p)ath:0 via (n)ode:0
(g)et p(u)t
(c)lear (e)dit
(q)uit
>>
```

Funkcí (r)ead přečteme obsah tabulky:

```
>> r Enter
```

```
Wide retab. No 1
14to:1105 15to:150A
>>
```

Funkcí (c)lear můžeme celou tabulku vymazat. Zápis se provádí pomocí (p)ath a (n)ode s následným (p)ut. Pokud se provádí zápis standardním postupem v pořadí například:

```
>> p 14 Enter
>> n 1105 Enter
```

pak není nutno používat povel `put`.

Při zápisu do jednotlivých tabulek se používá pro položku `node` tato délka adresy:

```
global
  69112233
net
  69112233
wide
  2233
local
  33
```

Položka `path` má vždy délku jednoho bajtu, např. `22`.

Postup při stanovení adresy `to` v nódu je popsán v následující kapitole Routing 1.

7. Routing 1

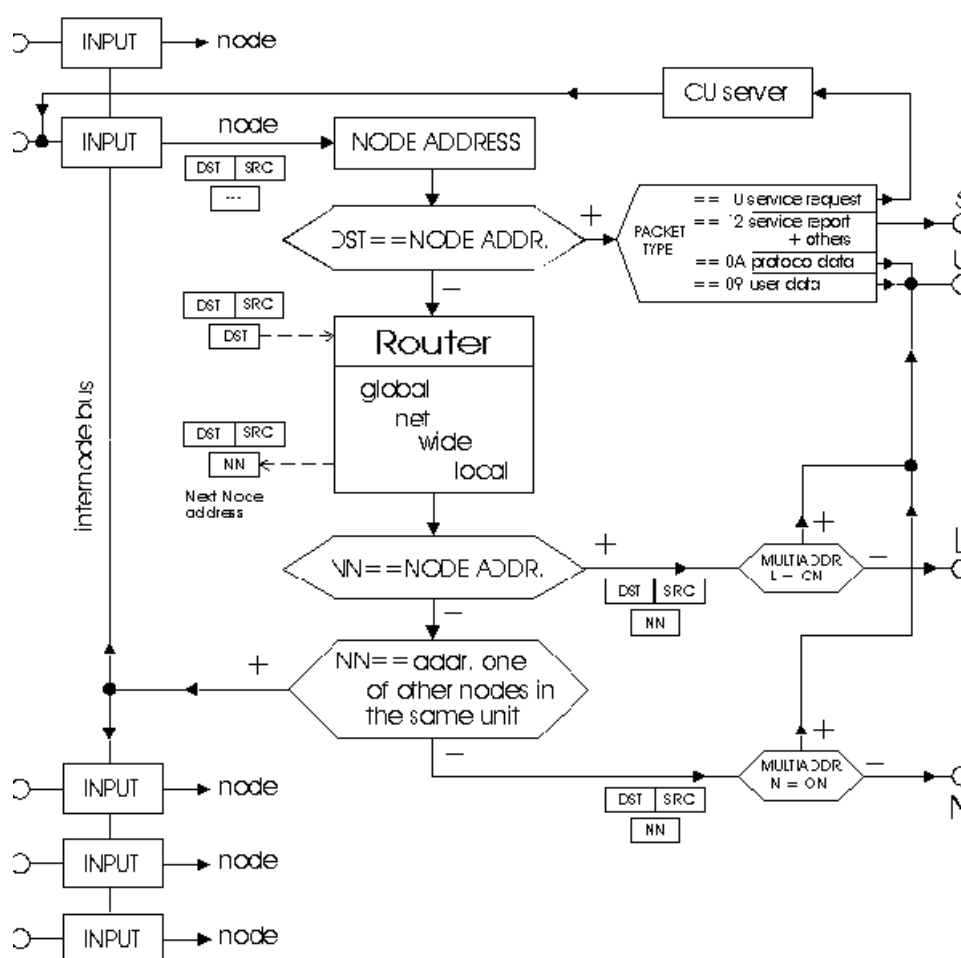
Zjednodušený popis

Paket, který přichází do nódu, obsahuje svoji cílovou adresu DST, podle které je v nódu určena adresa nejbližšího dalšího kroku NN.

Adresa DST je porovnána s adresou nódu (NODE ADDRESS), ve kterém proces probíhá. Pokud je shodná, je paket již v cílovém nódu a podle svého typu je odeslán na uživatelský nebo servisní port nebo k servisnímu zpracování. Není-li shodná, následuje zpracování v routovacích (též retranslačních) tabulkách.

BLOCK CIRCUIT OF MORSE NODE

inner arrangement



Obr. 7.1: Zjednodušené schéma nódu

Adresu lze rozdělit na 4 části, které se nazývají (zleva) global, net, wide a local. Část global určuje velký celek, ve kterém se adresa nalézá (stát), část net pak určuje přesněji oblast v rámci státu (zeměpisně nebo podle jiných hledisek), další zúžení je ve složce wide, složka local pak již definuje adresu konkrétního nódu. Při výběru routingové tabulky je srovnávána adresa DST s adresou NODE ADDR. Postupně jsou porovnávány složky global, net, wide a local. Je-li nalezen rozdíl (například ve složce

net), pak se v příslušné tabulce (net) hledá adresa dalšího kroku. K rozdílům v nižších částech adresy (zde wide a local) se tady již nepřihlíží.

Routingová tabulka obsahuje dvojice $(p)_{ath}$ a $(n)_{ode}$, z nichž $(p)_{ath}$ vyjadřuje porovnávanou část adresy (zde net) a $(n)_{ode}$ je adresa nódu NN, na kterou bude veden další krok paketu v jeho cestě na adresu DST. V tabulkách wide a local obsahuje $(n)_{ode}$ jen nižší část adresy. Položka $(n)_{ode}$ je výslednou informací nalezenou v routingových tabulkách a je vložena do adresy NN.

Paket opatřený nyní adresou NN postupuje k dalšímu zpracování podle diagramu *Block circuit of MORSE node*. Je-li adresa NN shodná s NODE ADDR, pak je paket odeslán na linkový výstup z nódu L.

Dále je adresa NN porovnána s adresami ostatních nódů ve vlastní CU. Je-li nalezena shoda, je paket odeslán po vnitřní sběrnici na příslušný nód.

Není-li paket odkloněn na linkový výstup ani na vnitřní sběrnici, je odeslán na síťový retranslační výstup N. Adresa NN se pak stane novou adresou TO dalšího kroku v síti MORSE.

Takto je paket odeslán do síťového prostředí a jeho dalšího zpracování se ujme ten z nódů, jehož adresa je shodná s adresou TO obsaženou v paketu.

Podrobnější verze výkladu je v článku Routing 2. Konkrétní příklady routingu jsou uvedeny v další kapitole.

8. Příklady routingu 1

8.1. Přímé spojení mezi dvěma CU.

Předpokládejme, že v komunikační jednotce CU (modemu, rádiu) je nastavena pracovní frekvence, výkon a že všechny parametry jsou ve stavu default. Pak v jedné z nich, v CU1, nastavíme v menu Ne adresu 690F1230:

```
Nodes:
                                retab
Nid|address |M | u  s | L  N |l w n g H|sTO Err  Cent vTO hTO
(0) 004AE97E   - S00| -  R00|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(1) 690F1230   S00 S00| -  R01|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(2) 00000000   S01 S00| -  R02|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(3) 00000000   S02 S00| -  R03|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(4) 00000000   S03 S00| -  R04|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30

de(f)ault (r)ead (w)rite
(I)nit (S)ync
(q)uit
>>
```

Vše uložíme povely **(w)rite** a **(I)nit**. Po vložení nové adresy provedeme inicializaci spojení se Setrem povel **Alt+I** Ve stanici CU3 provedeme tytéž úkony jen s tím rozdílem, že vložíme adresu 690F1233. Vrátime servisní šňůru do CU1, provedeme **Alt+I** a použijeme povel "vykřičník". Tím vyšleme testovací paket na zvolenou adresu a zpět:

```
>>!h690F1233 Enter
```

stačí však napsat jen koncovou část adresy rozdílnou od vlastní nebo naposledy volané adresy:

```
>>!h33 Enter
```

Pak zadáme povel k vyslání paketu:

```
>>! Enter
```

Proběhne předání paketu tam a zpět a objeví se zpráva o spojení:

```
u S00 690F1230 R01
31/ 77 690F1233 serd

serd 690F1233 R01
30/ 75 690F1230 u S00
690F1233h>
```

Sloupek adres popisuje trasu paketu, vlevo je charakteristika signálu, který přichází do nódu (zdroj signálu nebo u vf. signálu jeho kvalita a síla DQ/RSS), vpravo je směr, kam paket putoval z nódu.

8.2. Spojení přes retranslaci.

Do CU1 na adresu 690F1230 zapíšeme přiřazení routingových tabulek. V našem příkladu vystačíme s tabulkou local:

```
Nodes:
                                retab
Nid|address |M | u  s | L  N |l w n g H|sTO Err  Cent vTO hTO
(0) 004AE97E - S00| - R00|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(1) 690F1230 S00 S00| - R01|1 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(2) 00000000 S01 S00| - R02|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(3) 00000000 S02 S00| - R03|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(4) 00000000 S03 S00| - R04|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
```

Do lokální tabulky CU1 690F1230 předepíšeme, aby pakety pro adresu 690F1233 byly odesílány na adresu 690F1200, která je v další CU2 a je slyšitelná pro obě stanice:

```
Local retab. No 1
33 to:00
>>
```

Po povelu **lh33 Enter** pak dostaneme hlášení:

```
u S00 690F1230 R01
30/ 68 690F1200 R01
31/ 68 690F1233 serd

serd 690F1233 R01
30/ 71 690F1230 u S00
690F1233h>
```

Vidíme, že paket z 690F1200 do 690F1233 jde přes retranslaci 690F1200. Opačným směrem zůstala přímá cesta, protože v 690F1233 není vložena routingová tabulka. Obě stanice se vzájemně slyší, proto je možná přímá komunikace.

Nyní vložíme také do CU3 690F1233 lokální routingovou tabulku:

```
Local retab. No 1
30 to:00
>>
```

A také k adrese 690F1233 přiřadíme odkaz na tuto lokální tabulku číslo 1. Pak již paket prochází oběma směry přes 690F1200:

```
u S00 690F1230 R01
27/ 68 690F1200 R01
30/ 68 690F1233 serd

serd 690F1233 R01
31/ 69 690F1200 R01
```

```
30/ 65 690F1230 u S00
690F1233h>
```

Nyní již mohou být obě koncové stanice vzájemně vzdáleny tak, že se neslyší (tedy rádiový signál mezi nimi je příliš slabý) ale pokud každá z nich slyší stanici 690F1200, pak mohou vzájemně komunikovat.

8.3. Vzdálený přístup

Zásahy do konfigurace se mohou provádět prostřednictvím servisního kabelu, častěji se však používá přístup přes rádiový kanál. Servisním kabelem pak zůstáváme připojeni k místní stanici a rádiovým kanálem předáváme servisní pakety do vzdálené stanice. Pokud jsme v minulém příkladu na povel:

```
>>!h33 Enter
```

dostali výše uvedenou odezvu, pak poslední řádek

```
690F1233h>
```

hlásí, že jsme přepnuti do stanice 690F1233 a všechny povely, které vkládáme, se provedou v této stanici. Všimněme si změny promptu z tvaru

```
>>
```

který označuje místní přístup na tvar

```
690F1200h>
```

označující přístup do vzdálené stanice. K návratu na lokální přístup napíšeme:

```
690F1233h>!1 Enter
```

Povšimněme si prodloužené doby reakce na servisní povely ke čtení a zápisu do paměti ve vzdálené CU. Přepneme se do vzdálené stanice

```
>>!h33 Enter Enter
```

a z hlavního menu zvolíme

```
690F1233h>Ne Enter
```

Nyní proběhne výměna servisních paketů mezi stanicemi, což potrvá podle podmínek spojení od několika desetin vteřiny do několika vteřin a pak se objeví hlášení

```
get NODE 0 O.K.
get NODE 1 O.K.
get NODE 2 O.K.
get NODE 3 O.K.
get NODE 4 O.K.
690F1233h>
```

které sděluje, že menu `Node edit` bylo úspěšně přeneseno ze vzdálené stanice do našeho programu Setr. Povel `Enter` toto menu zobrazíme a známým postupem v něm provedeme například zápis nové adresy a přiřazení routingové tabulky do nódu 2.

```
Nodes:
                                retab
Nid|address |M | u   s | L   N |l w n g H|sTO Err  Cent vTO hTO
(0) 004A1E27  - S00| - R00|0 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30
(1) 690F1233  S00 S00| - R01|1 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30
(2) 690F1234  S01 S00| - R02|1 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30
(3) 00000000  S02 S00| - R03|0 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30
(4) 00000000  S03 S00| - R04|0 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30

de(f)ault (r)ead (w)rite
(I)nit (S)ync
(q)uit
690F1233h>
```

Tyto změny zatím proběhly jen v našem Setru a teprve povel **(w)rite** je odešleme do vzdálené stanice. Vráti se nám potvrzení o úspěšném zápisu do paměti flash:

```
write NODE 0 O.K.
write NODE 1 O.K.
write NODE 2 O.K.
write NODE 3 O.K.
write NODE 4 O.K.
690F1233h>
```

Nyní podobně povel **(I)nit** provedeme zápis do paměti RAM a tím inicializujeme vložené parametry ve vzdálené stanici.

```
put  NODE 0 O.K.
put  NODE 1 O.K.
put  NODE 2 O.K.
put  NODE 3 O.K.
put  NODE 4 O.K.
690F1233h>
```

Při špatném spojení nebo velmi hustém provozu se může stát, že potvrzení `get`, `write` nebo `put` nepřijde. V tom případě povel opakujeme. Nyní se povel

```
!l Enter
```

vrátíme do lokální stanice, doplníme v ní lokální routingovou tabulku na stav

```
Local retab. No 1
33 to:00 34 to:00
>>
```

a povel

!h34 Enter

vyzkoušíme nové spojení:

```
u S00 690F1230 R01
30/ 68 690F1200 R01
31/ 68 690F1234 serd

serd 690F1234 R01
30/ 69 690F1200 R01
29/ 65 690F1230 u S00
690F1234h>
```

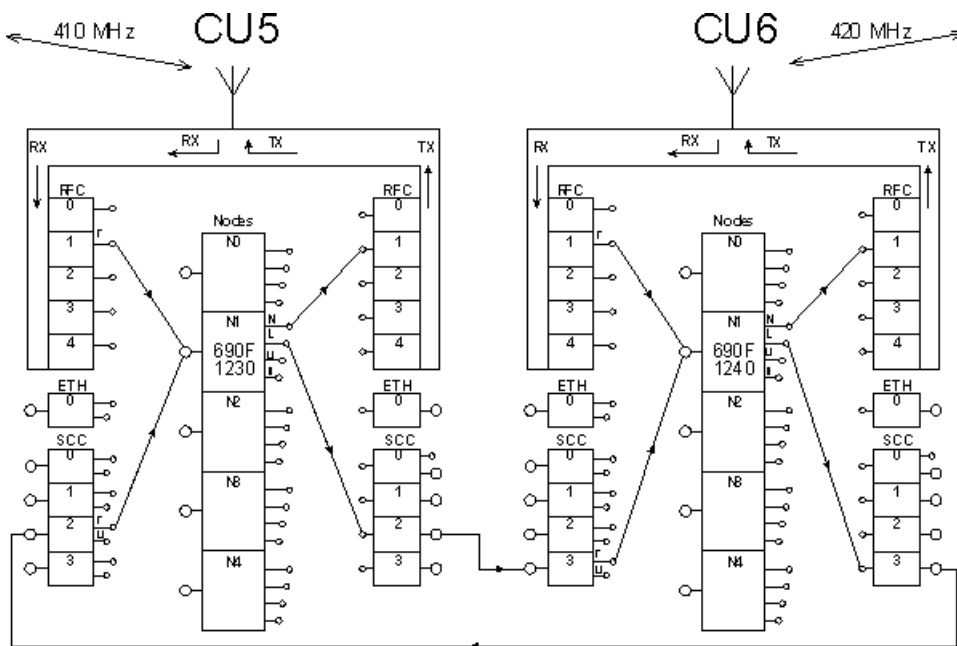
Spojení přes více stanic je uvedeno v kapitole Příklady routingu 3.

9. Příklady routingu 2

9.1. Sériová linka

Přenos paketů mezi dvěma CU po sériové lince (nazývaný také retranslace do drátů) se používá k propojení dvou částí sítě, které pracují na různých frekvencích.

V uvedeném příkladu přichází paket sítě na frekvenci 410 MHz do CU5, přes RFC1 do nódu N1 s adresou 690F1230, odtud linkovým výstupem L na SCC2 a sériovou linkou do CU6. Sem vstupuje přes SCC3, jeho retranslačním výstupem r do nódu N1 s adresou 690F1240, síťovým výstupem N přes RFC1 na anténu, odkud pokračuje na nosné frekvenci 420 MHz.



Obr. 9.1: Linkový retranslační spoj

Potřebná konfigurace:

- Linkový výstup nódu je směřován na zvolený SCC. Retranslační výstup z SCC je směřován na nód.
- Na příslušném SCC je nastaven protokol MARS-A.
- V routigových tabulkách je uvedena cesta na vlastní adresu vysílajícího nódu, viz popis v kapitole Routing 1.
- Sériové kanály obou CU jsou spojeny trojžilovou drátovou linkou (RX, TX, GND). Propojena je vždy svorka RX jedné CU se svorkou TX druhé CU, tzv. křížená linka

Příklad konfigurace CU5:

Nodes:

```

retab
Nid|address |M | u s | L N |l w n g H|sTO Err Cent vTO hTO
(0) 004AE97E - S00| - R00|0 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30
(1) 690F1230 S00 S00|S02 R01|1 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30
(2) 00000000 S01 S00| - R02|0 0 0 0 -| 15 SERV OFF 304 30
    
```

```
(3) 00000000    S02 S00| - R03|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(4) 00000000    S03 S00| - R04|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
```

Channel to Node Interface:

```
      retranslation      |      user+service          lim
id N  A t      m | N  A t Base      m  sec brc S  e
(0) 0   NO AR      | 1   NO AR          usr OFF NONE
(1) 0   NO AR      | 2 MASK 00000000/08  usr OFF NONE
(2) 1   NO AR      | 1 MASK 00000000/08  usr OFF NONE
(3) 0   NO AR      | 0 MASK 00000000/08  usr OFF NONE
```

Local retab. No 1
40 to:30

Příklad konfigurace CU6:

Příklad konfigurace CU6:

Nodes:

```

                                retab
Nid|address |M | u  s | L  N |l w n g H|sTO Err  Cent vTO hTO
(0) 0049B897 - S00| - R00|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(1) 690F1240 S00 S00|S03 R01|1 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(2) 00000000 S01 S00| - R02|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(3) 00000000 S02 S00| - R03|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
(4) 00000000 S03 S00| - R04|0 0 0 0 -| 15 SERV  OFF 304 30
```

Channel to Node Interface:

```
      retranslation      |      user          lim
id N  A t      m | N  A t Base      m  sec brc S  e
(0) 0   NO AR      | 1 MASK 00000000/08  ON  OFF NONE
(1) 0   NO AR      | 2 MASK 00000000/08  ON  OFF NONE
(2) 1   NO AR      | 1   NO AR          ON  OFF NONE
(3) 0   NO AR      | 0 MASK 00000000/08  ON  OFF NONE
```

Local retab. No 1
30 to:40

Následující odezva na vyslání povelu ! platí pro zjednodušený případ, kdy je Setr připojen k CU5 a je volána CU6:

690F1240h>!

```
u S00 690F1230 S02
  S03 690F1240 serd
```

```
serd 690F1240 S03
  S02 690F1230 u S00
```

690F1240h>

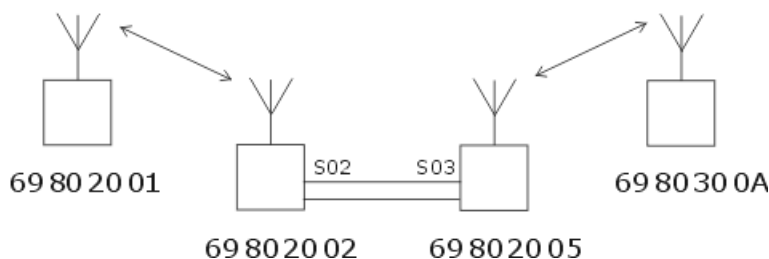
9.2. Sériová linka v návaznosti na síť

Příklad sítě se sériovou linkou a adresami, které obsahují dvě různé položky wide.

Záznam o průchodu paketu obsahuje v levém sloupci údaj DQ/RSS, pokud paket dorazil rádiovým kanálem nebo označení sériového kanálu, pokud paket přišel sériovým kanálem. V pravém sloupci je označení kanálu, kterým paket nód opustil.

```
u S00 69802001 R01
30/ 56 69802002 S02
   S03 69802005 R01
25/ 46 6980300A serd
```

```
   serd 6980300A R01
27/ 42 69802005 S03
   S02 69802002 R01
30/ 56 69802001 u S00
6980300Ah>
```



Obr. 9.2: Schéma sítě

Komentář k obsahu routingových tabulek:

Tabulky v nódu 69802001:

- pro nód 69802002 není třeba zápis, adresy se liší v lokále a je přímé rádiové spojení
- pro nód 69802005 vede cesta přes 69802002, zápis:

```
Local retab. No 1
05 to:02
```

- pro nód 6980300A, jehož adresa se liší v části wide, bude hledána cesta v tabulce wide:

```
Wide retab. No 1
30to:2002
```

Tabulky v nódu 69802002:

- pro nód 69802001 není třeba zápis
- pro nód 69802005, který je za asynchronní linkou (tzv. „za drátama“), je nutný zápis směřující na vlastní adresu nódu i když se adresy liší jen v lokální části:

```
Local retab. No 1  
05 to:02
```

- pro nód 6980300A je nutný taktéž zápis směřující na vlastní adresu, tentokrát v tabulce wide, protože cílová adresa se liší od vlastní adresy v položce wide:

```
Wide retab. No 1  
30to:2002
```

Tabulky v nódu 69802005:

- cesta k nódu 69802001 i 69802002 začíná shodně vstupem do drátové linky, proto jsou v lokální tabulce zápisy směřující na vlastní adresu:

```
Local retab. No 1  
01 to:05 02 to:05
```

- cesta na nód 6980300A vede do jiné oblasti wide, zápis je v tabulce wide:

```
Wide retab. No 1  
30to:300A
```

Tabulky v nódu 6980300A:

- všechny nody, na které je třeba směřovat pakety, leží v jiném wide, proto je potřebný zápis do tabulky wide; tyto nody leží všechny ve společném wide, proto stačí zápis jediný:

```
Wide retab. No 1  
20to:2005
```

Po tomto procvičení routingu uvedeme znovu popis procesu jak prochází paket nódem doplněný o další podrobnosti.

10. Routing 2

Průchod paketu nódem - rozšířený popis.

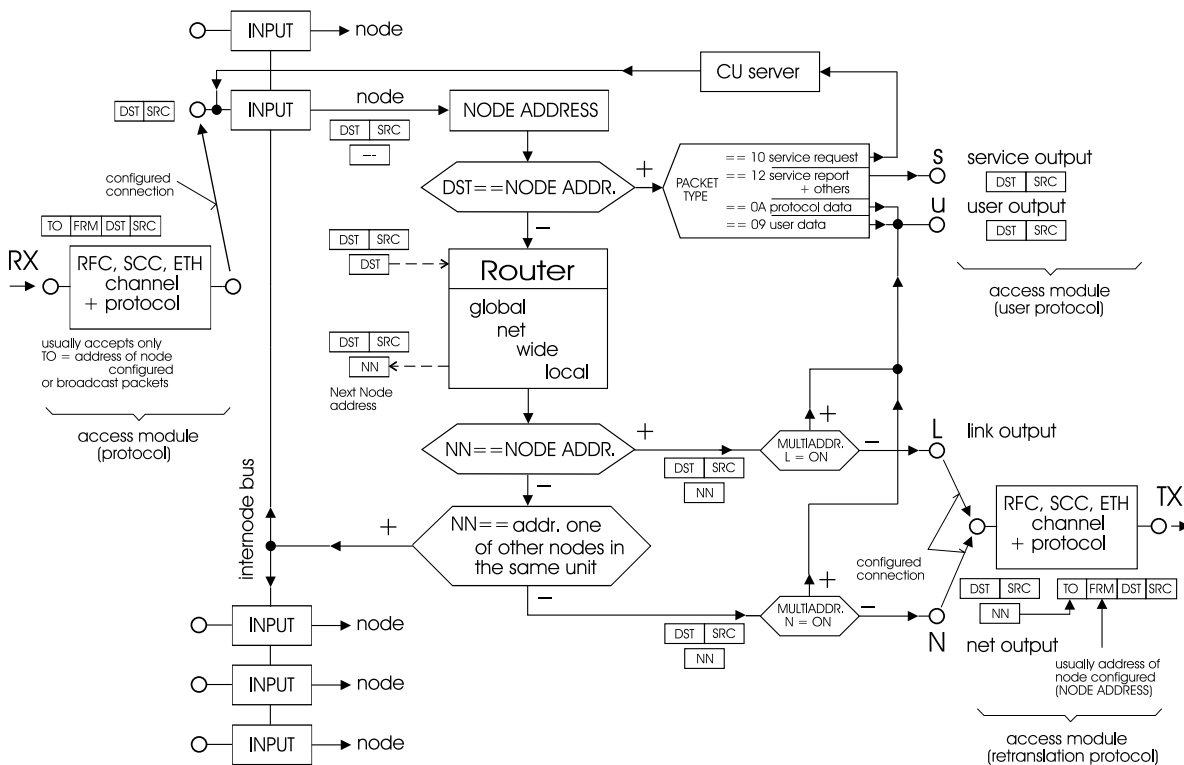
Retranslační paket vstupující do CU nese čtveřici MORSE adres - zdrojovou SRC, cílovou DST, adresu nódu ze kterého právě přichází FRM a adresu nódu do kterého právě směřuje TO. Postup zpracování je znázorněn v diagramu "Block circuit of MORSE node" včetně obsahu zmíněných adres.

Přístupový modul CU (access module), znázorněný v levé části schématu, je konfigurací přiřazen k některému z nódů. Modul akceptuje pouze pakety, jejichž adresa TO je shodná s adresou tohoto nódu. Odtud již paket pokračuje pouze s adresami SRC a DST.

Paket, který přichází do nódu, obsahuje svoji cílovou adresu DST, podle které je v nódu určena adresa nejbližšího dalšího kroku NN.

Adresa DST je porovnána s adresou nódu (NODE ADDRESS), ve kterém proces probíhá. Pokud je shodná, je paket již v cílovém nódu a podle svého typu je odeslán na uživatelský nebo servisní port (včetně adres SRC a DST) nebo k servisnímu zpracování. Není-li shodná, následuje zpracování v routingových (též retranslačních) tabulkách. Do adresy NN je zpočátku vložena adresa DST, která je pak přepsána adresou nalezenou v příslušné routingové tabulce.

BLOCK CIRCUIT OF MORSE NODE



Obr. 10.1: Blokové schéma nódu

Schéma je k dispozici také ve formátu pdf¹.

Adresu lze rozdělit na 4 části, které se nazývají (zleva) global, net, wide a local. Část global určuje velký celek, ve kterém se adresa nalézá (stát), část net pak určuje přesněji oblast v rámci státu

¹ <http://www.racom.eu/images/radost/images/morse/nod2.pdf>

(zeměpisně nebo podle jiných hledisek), další zúžení je ve složce `wide`, složka `local` pak již definuje adresu konkrétního nódu. Při výběru routingové tabulky je srovnávána adresa `DST` s adresou `NODE ADDR`. Postupně jsou porovnávány složky `global`, `net`, `wide` a `local`. Je-li nalezen rozdíl (například ve složce `net`), pak se v příslušné tabulce (`net`) hledá adresa dalšího kroku. K rozdílům v nižších částech adresy (zde `wide` a `local`) se tedy již nepřihlíží.

Takto vybraná routingová tabulka může být v CU (Communication Unit) připravena ve verzích 1 až 4. Použije se ta verze, jejíž číslo je zapsáno v menu `(N)ode (e)dit` v řádku příslušného nódu a ve sloupci podle typu tabulky (zde `net`). Pokud by zde nebylo zapsáno číslo tabulky 1 až 4, pak na místě adresy `NN` zůstane adresa `DST` a paket bude odeslán přímo na tuto adresu. Toto spojení však bude úspěšné jen výjimečně, protože nód s adresou `DST` leží zpravidla mimo oblast přímé slyšitelnosti.

Routingová tabulka obsahuje dvojice `(p)ath` a `(n)ode`, z nichž `(p)ath` vyjadřuje porovnávanou část adresy (zde `net`) a `(n)ode` je adresa nódu `NN`, na kterou bude veden další krok paketu v jeho cestě na adresu `DST`. V tabulkách `wide` a `local` obsahuje `(n)ode` jen nižší část adresy. Položka `(n)ode` je výslednou informací nalezenou v routingových tabulkách a je vložena do adresy `NN`. V tabulkách se mohou vyskytnout tyto další situace:

- V tabulce `local` se nezobrazují shodné položky, např. `(p)ath 5E (n)ode 5E`. Toho lze využít při odstraňování nežádoucích zápisů tak, že do `(n)ode` vložíme stejnou hodnotu, jaká je v `(p)ath`.
- Do tabulky `local` není třeba zapisovat triviální cesty, to je cesty na nody, které jsou přímo slyšitelné a jejichž adresa se liší jen v položce `local`. (V tomto případě je `NN=DST` a proto i `(n)ode=(p)ath`, viz minulá poznámka).
- V tabulkách `global`, `net` a `wide` se nezobrazují položky, kde `(n)ode = 00`. Můžeme tedy odstranit nežádoucí záznamy vložení 00 do položky `(n)ode`.
- Odtud dále vyplývá, že se v adresách nepoužívají nulové položky v částech `net` a `wide`. Pouze v části `global` se používají adresy začínající na 00 pro nultý nód `N0` v každé CU. Tyto adresy (výrobní čísla) jsou jedinečné a neměnné pro každou vyrobenou CU. Jsou tvořeny v jiné hierarchii než normální adresy a nehodí se pro práci s routingovými tabulkami. Je však možno přes tyto adresy navazovat spojení pomocí tzv. `path` paketů.
- Pokud tabulka neobsahuje položku `(p)ath` shodnou se srovnávanou částí adresy, je paket ztracen, výjimka viz dále.
- V tabulkách `global` a `net` je možno použít položku `(p)ath` shodnou s příslušnou částí adresy nódu, ve kterém proces probíhá `NODE ADDR`. Pak je příslušná položka `(n)ode` adresou `default`, na kterou jsou odesílány pakety, které nemají vlastní položku `(p)ath` v tabulce.

Paket opatřený nyní adresou `NN` postupuje k dalšímu zpracování podle diagramu *Block circuit of MORSE node*. Je-li adresa `NN` shodná s `NODE ADDR`, pak je paket odeslán na linkový výstup z nódu `L`. Konkrétní směrování linkového výstupu je uvedeno v menu `(N)ode (e)dit`, ve sloupci `L`. Používá se některý ze sériových kanálů nebo výstup do Ethernetu. Linkový výstup se používá především k propojení dvou CU pracujících na různých kmitočtech. Trasa paketu může být takto vedena po sítích s různými kmitočty a je zcela popsitelná v routovacích tabulkách. Na druhém konci drátové linky je další nód, kde opět proběhne určení dalšího kroku trasy podle adresy `DST`, kterou s sebou paket stále nese.

Dále je adresa `NN` porovnána s adresami ostatních nódů ve vlastní CU. Je-li nalezena shoda, je paket odeslán po vnitřní sběrnici na příslušný nód. Není k tomu třeba jiných nastavení v menu `Ne` ani v `SIe`.

V tomto nódu pak začíná zpracování paketu opět od začátku včetně použití (jiné) sady routovacích tabulek.

Před odesláním na síťový výstup se kontroluje nastavení příznaku `link/net to user addr`, který je obsažen v menu `Ne` ve sloupci `M` (Multiaddressing). Není-li nastaven, což je běžný stav, je sloupec `M` prázdný. Při nastavení příznaku se zde objeví písmeno `L` a pak všechny pakety, které byly původně směrovány na linkový výstup, jsou odeslány na výstup uživatelský. Podobná možnost je i v přesměrování paketů ze síťového výstupu na výstup uživatelský. Obě možnosti se využívají jen ve speciálních případech konfigurace routingu.

Není-li paket odkloněn na linkový výstup ani na vnitřní sběrnici ani multiaddressingem, je odeslán na síťový retranslační výstup `N`. Konkrétně je to rádiový nebo ethernetový výstup určený v menu `Ne` ve sloupci `N`.

Za síťovým nebo linkovým výstupem nódu následuje výstupní část access modulu v připojeném komunikačním kanálu. Zde je paket (mimo jiné) vybaven opět čtveřicí adres. Adresy `SRC` a `DST` zůstávají nezměněny, do adresy `TO` je vložena hodnota `NN`, do adresy `FRM` je zapsána (zpravidla) adresa nódu, ve kterém routovací proces právě proběhl.

Takto je paket odeslán do síťového prostředí a jeho dalšího zpracování se ujme ten z nódů, jehož adresa je shodná s adresou `TO` obsaženou v paketu.

Tento popis je podrobnější verzí článku Routing 1. Příklad ilustrující možnosti routingu je uveden v článku Příklady routingu 3.

11. Příklady routingu 3

Složitější síť a routingové tabulky

Síť sestavená z deseti nódů obsahuje adresy, které se liší v položkách wide i net. Mezi nody 69805000 a 69804000 je vloženo spojení po sériové lince. Adresa 69A01000 je výstupním bodem pro routing do dalších sítí, v jejích tabulkách se předpokládá, že trasa pokračuje na adresu 69A02000.

```
( 69 A0 20 00 )
:
:
|-----|-----|-----|-----|
| 69 A0 10 00 | ..... | 69 80 50 00 | -300=300- | 69 80 40 00 | ..... | 69 80 40 10 |
|-----|-----|-----|-----|
: Tl - : Tl - : Tl - :
: Tw - : Tw 30 to 5000 : Tw 30 to 3000 :
: Th 80 to 69805000 : 40 to 5000 : 50 to 4000 :...|
: B0 to 69805000 : Th B0 to 69B01000 : Th 80 to 69804000 | 69 80 40 20 |
: C0 to 69805000 : C0 to 69B01000 : Tg 69 to 69804000 |-----|
: A0 to 69A02000 : 80 to 69A01000 : Tl 10 to 00
: Tg 69 to 69A02000 : Tg 69 to 69A01000 | 20 to 00
: : | 69 80 30 00 | Tw 30 to 4000
: : |-----| 50 to 4000
: : : Tl 02 to 01 Th 80 to 69804000
|-----| : Tw 40 to 4000 Tg 69 to 69804000
| 69 B0 10 00 | .....: :
: Tl - : Tw - :
: Th C0 to 69C01000 :
: B0 to 69805000 :
: Tg 69 to 69805000 :
: : |-----|
|-----| | 69 80 30 01 |
| 69 C0 10 00 | : Tl -
: Tl - : Tw 40 to 3000
: Tw - : 50 to 3000
: Th C0 to 69B01000 : Th 80 to 69803000
: Tg 69 to 69B01000 : Tg 69 to 69803000
: :
: |-----|
|-----| | 69 80 30 02 |
: Tl 00 to 01
: Tw 40 to 3001
: 50 to 3001
: Th A0 to 69803001
: B0 to 69803001
: C0 to 69803001
: 80 to 69803001
: Tg 69 to 69803001
```

Při studiu tabulek je dobré připomenout základní princip - v tabulkách hledá nód podle cílové adresy destination, kterou paket stále nese s sebou, adresu dalšího kroku na cestě k tomuto cíli. Po absolvování toho- to kroku přejímá starost o paket další nód, do kterého paket právě došel.

Komentář k obsahu routingových tabulek.

- Adresy 69804010 a 69804020 jsou zde obsaženy ve společné CU a tabulky, které potřebují, jsou téměř shodné, mohou tedy používat společnou sadu tabulek. Rozdíl je pouze v lokálních položkách, kdy nód 69804010 potřebuje záznam 20 to 00 a nód 69804020 potřebuje 10 to 00. Nadbytečný záznam zde nevádí, proto mají oba nody přiděleny v menu (N)ode (e)dit stejnou sadu tabulek.
- Nód 69803002 má v tabulce net uvedeny všechny položky net, které se vyskytují v síti. Všechny směřují na stejný nód, proto je možno použít defaultní volbu 80 to 69803001, jak je vysvětleno v článku Routing 2. Tato možnost je použita u všech ostatních nódů v položkách net a global.

- Nód 69A01000 má defaultní položku A0 to 69A02000 směřovanou na trasu, která spojuje naši síť s ostatním světem. Musí proto obsahovat i explicitně vyjmenované položky net vyskytující se v naší síti přestože směřují všechny společným směrem.
- V úrovni wide není možná defaultní volba, proto jsou v tabulkách vyjmenovány všechny položky wide, které se vyskytují ve společném netu. Podobně to platí o úrovni local, která je však v našem příkladu jen málo zastoupena.