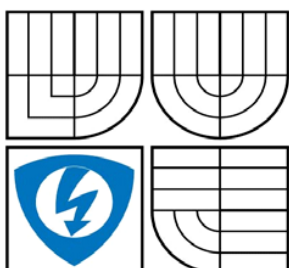


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

# NÁVRH ANIMACE DIGITÁLNÍHO SPOJOVACÍHO POLE

DESIGN OF DIGITAL SWITCHING FIELD ANIMATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. DANIEL KUČERKA

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. VLADIMÍR KAPOUN, CSc.

BRNO 2008







## Anotace

Práce je zaměřena na rozdělení a popis druhů a vlastností pamětí používaných ve sdělovací technice. Paměť je zařízení, které je schopno zaznamenat určitou informaci a uchovat ji po určitou dobu. Paměť se používá v počítačích, v měřicích přístrojích, ve spotřební elektronice atd. Hlavními vlastnostmi paměti je kapacita, rychlost toku dat, cena za bit, doba cyklu paměti.

Paměti jsou rozdělovány na vnější a vnitřní. Vnější paměti jsou realizovány jako výměnná média v podobě disků či magnetofonových pásek. Slouží pro dlouhodobé uchování informací a zálohování dat. Vnitřní paměti jsou osazené většinou na základní desce. Bývají realizovány pomocí polovodičových součástek. Rozdělujeme je na RAM (random access memory) a ROM (read only memory). Dále se paměti dělí podle závislosti na napájení vzhledem k uchování informací a na různé typy pamětí používané v ústřednách.

V další části této práce je popsán návrh T spínače pro první úroveň evropské PDH E1. Mezi spínače používané v digitálních ústřednách patří prostorový spínač S a časový spínač T. Podrobněji jsou rozebrány vlastnosti T spínače a popsány způsoby jeho řízení. Podle metody řízení spínače je rozdělujeme na spínače s řízeným čtením  $T_R$  a s řízeným zápisem  $T_W$ . Dále jsou vypočteny velikosti paměti hovorů a paměti řízení u hierarchie E1 a E2, a doba čtení a zápisu paměti u T spínače pro hierarchii E1 i E2

Výsledkem práce je návrh animace digitálního spojovacího pole, které je složeno ze čtyř T spínačů. V animaci jsou ukázány všechny úkony, které se provádějí při sestavování spojování v digitálním spojovacím poli.

**Klíčová slova:** paměť, T spínač, digitální spojovací pole, animace, Flash

## **Abstract**

This thesis describes types and parameters of memories used in communication engineering. The memory is a device which is able to record and to save information for the certain period of time. The memory is used in computers, measuring devices, consumer electronics etc. Main parameters of the memory are capacity, data stream speed, price of bit and time of memory cycle.

The first part of this thesis deals with two types of memory – external and internal. External memories are removable media such as discs and magnetic tapes used for information saving and data backup for longtime period. Inner memories – in the form of semiconductive components – are mostly attached to the main panel. There are two types of inner memories – RAM (random access memory) and ROM (read only memory). The memories could be further divided according to their dependence on feeding used for memory saving. Types of memories used in switching exchanges are also mentioned in this part.

The next part discusses the scheme of T switch for the first level of European PDH E1. The space switch and the time switch T belongs to switches used in digital switching exchange. In this part, the T switch, in particular the switch  $T_R$  with controlled reading and the switch  $T_W$  with controlled writing are described into details such as its parameters and methods of control. Furthermore, the calculation of call memory and control memory extant in E1 and E2 hierarchy are presented as well as the memory reading time and writing time of T switch in E1 and E2 hierarchy.

The result of this thesis is a design of digital switching field animation that consists of four T switches. All operations, which are used in building linking of digital switching field, are shown in this animation.

**Keywords:** memory, T switch, digital switching field, animation, Flash

## **Bibliografická citace**

KUČERKA, D. Návrh animace digitálního spojovacího pole. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 70 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Vladimír Kapoun, CSc.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma „Návrh animace digitálního spojovacího pole“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne .....

.....

Podpis autora



## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Vladimíru Kapounovi, CSc. za odborné vedení a cenné rady při zpracování diplomové práce. V neposlední řadě také děkuji rodině a všem, kteří mě v průběhu celého studia a zpracovávání mé diplomové práce podpořili.

V Brně dne .....

.....

Podpis autora

## SEZNAM ZKRATEK

CD	Compact Disc
CD-R (WORM)	Compact disc Read (Write Once – Read Mostly)
CD-ROM (OROM)	Compact disc Read Only Memory (Optical ROM)
CD-RW (RWM)	Compact disc Read-Write (Read Write Memory)
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
DDR DIMM	Double Data Rate DIMM
DIMM	Dual In-line Memory Module
DRAM	Dynamic Random Access Memory
DVD	Digital Versatile Disc
ECC	Error Correcting Code
EDO RAM	Extended Data Out RAM
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory
FP DRAM	Fast Page DRAM
HD	High Definition
HDD	Hard disk
HDTV	High Definition TV
HVD	Holographic Versatile Disc
IRQ	Interrupt ReQuest
MNOS	Metal Nitride Oxide Semiconductor
MOS	Metal Oxide Semiconductor
PCM	Pulse-Code Modulation
PDA	Personal Digital Assistant
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PROM	Programmable Read Only Memory
RAM	Random Access Memory
RDRAM	Rambus DRAM

RIMM	Rambus Inline Memory Modules
ROM	Read Only Memory
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDRAM	Synchronous DRAM
SDTV	Standard Definition TV
SIMM	Single In-line Memory Module
SRAM	Static Random Access Memory
TTL	Transistor-Transistor-Logic
WMV	Windows Media Video

# OBSAH

Úvod .....	14
<b>1 Paměti .....</b>	<b>15</b>
1.1 Vnější (externí) paměti .....	15
1.1.1 Děrný štítek .....	15
1.1.2 Děrná páska .....	16
1.1.3 Magnetická páska kazetová .....	16
1.1.4 Magnetooptické disky .....	16
1.1.5 Diskové paměti .....	16
1.1.6 Optické paměti .....	18
1.2 Vnitřní (interní) paměti .....	23
1.2.1 Paměti typu ROM .....	24
1.2.2 Paměti RAM .....	29
1.2.3 Paměti Cache .....	35
1.2.4 CMOS paměť .....	35
<b>2 Energetická závislost pamětí .....</b>	<b>37</b>
2.1 Energeticky nezávislé paměti .....	37
2.2 Energeticky závislé paměti .....	37
<b>3 Paměti v telefonních ústřednách .....</b>	<b>38</b>
3.1 Rozdělení pamětí podle funkce .....	38
3.2 Rozdělení pamětí podle typu .....	38
3.2.1 Feritové paměti .....	38
3.2.2 Tenkovrstvé paměti .....	39
3.2.3 Permanentní paměti .....	39
3.2.4 Polopermanentní paměti .....	39
3.2.5 Magnetická disková paměť .....	39
3.2.6 Páskové paměti .....	39
<b>4 Digitální přenosové systémy .....</b>	<b>40</b>
4.1 Hierarchie E1 .....	40
4.2 PDH - plesiochronní digitální hierarchie .....	42

4.3 SDH - synchronní digitální hierarchie .....	43
<b>5 Digitální spojovací pole .....</b>	<b>45</b>
5.1 Spínače v digitálních spojovacích polích .....	45
5.1.1 Spínač S (Space - prostorový) .....	45
5.1.2 Spínač T (Time - časový) .....	46
5.2 Výpočet velikosti hovorové paměti a paměti řízení .....	48
5.3 Výpočet doby zápisu a čtení paměti .....	48
5.4 Možnosti řízení spínačů v číslicovém poli .....	49
5.4.1 Popis spínače T s řízeným čtením .....	50
5.4.2 Popis spínače T s řízeným zápisem .....	52
<b>6 Možnosti animace .....</b>	<b>53</b>
6.1 Využití flashových animací a aplikací.....	53
6.2 Programy na tvorbu flash aplikací.....	55
6.2.1 Adobe Flash (Macromedia Flash) .....	55
6.2.2 Swift 3D.....	55
6.2.3 Microsoft Silverlight .....	56
<b>7 Animace spojovacího pole.....</b>	<b>57</b>
7.1 Části spojovacího řetězce .....	57
7.2 Signalizace mezi KZ a ústřednou .....	58
7.3 Návod k používání animace .....	61
<b>Závěr .....</b>	<b>64</b>
<b>Použitá literatura .....</b>	<b>66</b>
<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>68</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>69</b>

## ÚVOD

Paměť je zařízení jehož vlastností je zaznamenat danou informaci a uložit ji po určitou dobu a na vyžádání ji opět poskytnout. Paměti se používají jako paměti dat a paměti programů pro počítače, v automatizačních zařízeních, ve spotřební elektronice, k realizaci kombinačních a sekvenčních systémů.

Diplomová práce se zabývá pamětmi určenými pro sdělovací techniku. Popisuje jejich vývoj, účel a rozřídění. Zaměřuje se na rozřídění podle konstrukčních a elektrických vlastností pamětí. Dále se zabývá rozdělením pamětí podle způsobu použití, z tohoto hlediska je dělí na vnitřní a vnější. Vnitřní paměti se vyrábějí z polovodičových součástek a většinou se nacházejí na deskách plošných spojů. Vnitřní paměti jsou zapojeny jako matice paměťových buněk. Vnější paměti jsou charakterizovány jako paměťové médium, na kterém je možné dlouhodobé zálohování dat. Záznam se provádí obvykle na magnetickém nebo optickém principu. Tyto paměti jsou vyráběny ve tvaru disků či magnetofonových pásek.

Práce se dále zaměřuje na uplatnění pamětí v digitálních spojovacích polích. Jejich funkce spočívá v řízení a spojování kanálových intervalů. Digitální spojovací pole se vytváří pomocí prostorových S spínačů a časových T spínačů.

V další části práce popíše návrh T spínače pro první úroveň evropské PDH E1. U T spínače jsou podrobněji rozebrány jeho vlastnosti a popsány způsoby jeho řízení. Podle metody řízení spínače je rozdělujeme na spínače s řízeným čtením  $T_R$  a s řízeným zápisem  $T_W$ . Pro tento spínač vypočítám velikosti paměti hovorů, velikosti řídicích pamětí i doby pro čtení a zápis pro hierarchie E1 a E2.

Součástí práce je návrh animace, která se zabývá sestavováním spojení ve směrovém poli digitálního spojovacího pole.

# 1 PAMĚTI

Charakteristické vlastnosti paměti jsou kapacita paměti, rychlost toku dat, vybavovací doba, cena za bit, doba cyklu paměti, šířka toku dat, závislost obsahu paměti na napájecím napětí. Kapacita paměti udává množství informace, které je možné uložit do paměti. Udává se v bitech nebo Bytech. (8 bitů = 1 Byte). Vyšší jednotky kB, MB, GB. Rychlost toku dat je dána počtem bitů (znaků, slabik), které je možno do paměti zaznamenat nebo z paměti číst za jednotku času [b/s]. Vybavovací doba je časový interval, který uplyne od okamžiku vyslání povelu na přenos informace do doby, kdy se požadovaná informace objeví na výstupu z paměti. Cena za bit určuje celkovou cenu paměťového systému. Obecně platí, že rychlejší paměti mají vyšší cenu za bit uložených informací. Doba cyklu paměti je minimální doba, za kterou může paměť přijmout a zpracovat další požadavek na zápis nebo čtení dat. Šířka toku dat je dána počtem bitů, které lze současně zaznamenat nebo číst z paměti. Závislost obsahu paměti na napájecím napětí vyjadřuje, zda se informace uložené v paměti po vypnutí napájení ztratí či ne. Paměti rozdělujeme na paměti vnější a vnitřní.

## 1.1 Vnější (externí) paměti

Tyto paměti jsou realizované většinou za pomoci zařízení používajících výměnná média v podobě disků či magnetofonových pásek. Vnější paměti slouží pro dlouhodobé uložení a zálohování dat. Zápis se provádí obvykle na magnetickém nebo optickém principu.

### 1.1.1 Děrný štítek

Děrný štítek je nejčastěji papírová karta, která má rozměry dané ČSN. Na této kartě jsou informace uloženy ve dvojkové soustavě, podobně jako u děrné pásky. Hodnota 1 je vyjádřena malým otvorem, hodnota 0 místem bez otvoru. Informace na děrném štítku jsou zapsány nesmazatelně, pouze náročným přelepováním se dají informace opravit. Program je na děrný štítek uložen pomocí děrovačky, která ukládá informace získané z paměti počítače. Zřejmě první děrný štítek použil k programování tkalcovského stavu poháněného vodou Joseph-Maria Jacquard roku 1801. Tento děrný štítek nebyl papírový, ale byl vyroben ze dřeva. [4]

### **1.1.2 Děrná páska**

Děrná páska je obdobou děrných štítků. Je to papírová páska, kde jsou informace uloženy v binárně dekadickém kódu. Mezi výhody tohoto média patří nízká cena, nevýhodou je značná pracnost při jeho výrobě a náročnost na zpracovávání informací, která připomíná dálnopis. Děrná páska byla dlouhá pět nebo osm stop a rychlost děrování se pohybovala kolem 50 znaků/s. Čtení bylo nejméně trojnásobně rychlejší. [4]

### **1.1.3 Magnetická páska kazetová**

Tyto paměti využívaly magnetickou pásku, na kterou byly uloženy informace pomocí magnetizačních hlav a pomocí magnetických hlav opět přečteny. Informace mohou být uloženy ve formě digitálního záznamu, ke kterému je potřeba speciálních magnetoskopů nebo pomocí analogového signálu na běžný magnetofon, za použití digitálně analogového měniče. Díky diskovému tvaru odpadla nutnost sekvenčního přístupu a přístup k datům byl v podstatě konstantní (na vnitřním okraji disku rychlejší než na vnějším, ale v porovnání s páskou je rozdíl zanedbatelný). [4]

### **1.1.4 Magnetooptické disky**

Záznam na magnetooptické disky se provádí pomocí laserového paprsku za současného působení magnetického pole. Dříve než se provede záznam, je místo na které chceme ukládat informaci smazáno pomocí zápisu samých nul. V další otáčce po smazání se na toto místo zapíše daná informace.

### **1.1.5 Diskové paměti**

Změnou tvaru z magnetické pásky na disk vznikl magnetický disk. Diskové paměti dělíme na diskety a pevné disky. Radíme je mezi paměti s přímým přístupem a paměti sekvenční. Data jsou na ně zapisována po částech sekvenčně (sekvenčně v rámci jednotlivých stop, mezi kterými lze "přeskakovat").[9]

#### **a) Diskety**

Diskety, neboli pružné disky, patří mezi přenosná média pro uchování dat. Pružný disk je tvořen plastovým kotoučem, na jehož povrchu je vrstva oxidu železa. Celý kotouč je potom uzavřen v obdélníkovém pouzdře. V tomto obalu je vyříznutý tzv. čtecí otvor,



kterým přistupuje čtecí a zapisovací hlava k médiu. Záznam dat na médium je prováděn magneticky. Jednotlivá data jsou zapisována do soustředných kružnic, tzv. stop (track), na obě strany diskety. Každá stopa je rozdělena ještě na tzv. sektory. Diskety rozlišujeme ve velikostech 3,5", které dosahovaly kapacity 1,44MB, a z historie ještě větší 5,25", jejichž kapacita byla až 1,2MB. [9]

#### **b) ZIP disky**

Modifikací pružných disků vznikají ZIP disky. Jsou to média vyrobená firmou Iomega. Jedná se o disk o průměru 3,5", na který je možné uložit 100 MB dat. Princip práce ZIP disku je podobný jako u disketové mechaniky. Provádí se na magnetickou vrstvu pomocí čtecích (zapisovacích) hlav, které při práci přímo dosedají na povrch média. Mechaniky pro ZIP disky se vyrábějí v interním i externím provedení. [9]

#### **c) Pevný disk**

Pevný disk je rotační paměťové zařízení, které má paměťové médium pevně uchyceno uvnitř vlastní mechaniky. Záznam informace umožňuje magnetická vrstva, která je nanášena na povrchu paměťového média. Nad tímto povrchem se pohybují čtecí a záznamové hlavy. Pro záznam každé logické jedničky (bitu) je potřeba elektrického impulsu v hlavičce.

Mezi parametry pevného disku patří počet diskových hlav, počet cylindrů a počet sektorů na stopu. Dříve byly důležité všechny, dnes se spíše pro zajímavost sleduje počet hlav. Rychlost vystavení hlaviček na určené místo se nazývá přístupová rychlost. Přístupová rychlost je přímo závislá na rychlosti mechaniky, která pohybuje hlavičkami. Obecně se dá říci, že čím vyšší otáčky, tím vyšší přenosové rychlosti disk docílí. Dříve měly disky průměrnou přístupovou dobu mezi 28 a 80 ms. Výrobci si byli tohoto faktu vědomi a rychlost mechaniky zvětšovali až do té míry, kdy byla schopna přemístit hlavičky disku na určené místo za méně než jednu otáčku disku. Další urychlování mechaniky již nepřináší zrychlení průměrné přístupové doby a proto ztrácí smysl. Dnes se tato doba pohybuje okolo 4-12 ms. Přehled vlivu otáček na přístupovou dobu je znázorněn v tab. 1-1.

Otáčky	Doba jedné otáčky	Typické použití
3600 ot/min	16,66 ms	Compact Flash disky
3800 ot/min	15,79 ms	starší pevné disky 2,5"
4000 ot/min	15,00 ms	starší pevné disky 2,5"
4200 ot/min	14,26 ms	pevné disky 2,5"
4500 ot/min	13,33 ms	starší pevné disky 3,5"
4900 ot/min	12,25 ms	pevné disky 2,5"
5400 ot/min	11,11 ms	levné pevné disky 3,5"
7200 ot/min	8,33 ms	rychlé pevné disky 3,5"
10000 ot/min	6,00 ms	velmi rychlé pevné disky 3,5"
15000 ot/min	4,00 ms	nejrychlejší pevné disky 3,5"

Tab. 1-1: Vliv otáček na možné přístupové době

Disky používají rychlou vyrovnávací paměť (cache). Velikost této paměti se samozřejmě s postupující kapacitou pevného disku zvětšuje. V začátcích se velikost cache paměti pohybovala zhruba od 32 do 128 KB, dnes je tento rozsah 8 MB až 32 MB.

Dnešní disky dosahují kapacit několik stovek gigabytů. Podle fyzické velikosti je disk určen pro různé typy použití. Dnes je běžnou velikostí pro stolní aplikace disk velikosti 3,5“, pro mobilní sféru 2,5“. Rozměry pevných disků jsou uvedeny v tab. 1-2.

Označení	Délka x šířka[mm]	Výška disku [mm]	Použití
1,8"	85,6 x 54	5	PDA, digitální fotoaparáty atd.
2,5"	100 x 70	8,5/9,5/12,7/15/17/19	mobilní počítače (notebooky)
3"	-	10,5	Western Digital pro notebooky
3,5"	146 x 101	25,4 nebo 41,5	stolní aplikace
5,25"	-	41,5 nebo 83	staré pevné disky

Tab. 1-2: Rozměry pevných disků

Výrobců pevných disků ubývá, protože se navzájem skupují celé společnosti. Dříve se objevovaly značky Conner, Micropolis, Microscribe, Quantum. Dnes se vyskytují Fujitsu, Hitachi, IBM, Maxtor, Samsung, Seagate, Toshiba nebo Western Digital. [9]

### 1.1.6 Optické paměti

Do skupiny optických pamětí řadíme všechny paměti, které používají optický záznam informace na paměťové médium. Toto médium je ve tvaru disku, jednotlivé druhy

médií se od sebe liší svými rozměry. Optické paměti lze podle vývoje rozdělit na CD, DVD, Blue Ray disky a holografické disky. [25]

#### a) CD Disky

Kompaktní disky (CD) můžeme podle jejich vlastností rozdělit do těchto tří skupin:

- **OROM** (Optical ROM), označované také **CD-ROM** (Compact disc Read Only Memory)
- **WORM** (Write Once – Read Mostly) neboli **CD-R** (Compact disc Read)
- **RWM** (Read Write Memory) také **CD-RW** (Compact disc Read-Write)

#### **CD-ROM (OROM)**

Médium CD-ROM vznikalo původně jako audio nosič a jeho autory byly firmy Philips a Sony. Jedná se o médium, které je určeno pouze ke čtení informací. Dovoluje uložení až 650 MB programů a dat.

Na rozdíl od dříve uvedených diskových zařízení (pružné disky, pevné disky, ZIP disky, apod.) nejsou data ukládána do soustředných kružnic, ale do jedné dlouhé spirály podobně jako na gramofonové desce. Spirála začíná u středu média a rozvíjí se postupně až k jeho okraji. Rychlost, kterou je CD-ROM mechanika schopna číst data, byla zpočátku 150 kB/s. Dnes se tato rychlost dostala na 7800kB/s, což odpovídá 52násobku rychlosti čtení předchozí CD ROM mechaniky. Přístupová doba se u CD-ROM mechanik pohybuje od 80 ms do 300 ms.

Data ve spirálové stopě jsou ve formě malých prohlubní (**pity**), proloženými rovnými oblastmi nazývanými pole (**land** – ploška). Čtecí hlava (optické zařízení) s laserem a fotoelektrodou načítá pity a pole. Zařízení zaměřuje laserový paprsek přes polopropustné zrcadlo na povrch disku. Pole laserový paprsek odrážejí zpět, pity jej rozptylují. Zrcadlo přeměruje vracející se paprsek na fotodiodu, kde je snímané světlo převáděno na elektrický signál. Disk je technologicky vytvořen z průhledné polykarbonátové vrstvy, na kterou výrobce nanáší šablonu s poli a pity. Základní vrstva je překryta odrazivým filmem z hliníku, na který je nanesen ochranný lak. [25]

### **CD-R (CD-WORM)**

CD-R disky jsou stejného průměru jako průměr disku CD-ROM. Kapacita je většinou obvykle 650 MB nebo 700 MB, ale existují až varianty 870 MB. Základem technologie pro vypalování je vrstva s barvivem. Ve vypalovacích zařízeních se používá speciální laser. Pro vypalování bylo vybráno barvivo, které se při ozáření specifickým laserem o určité intenzitě velmi rychle zahřeje a nevratně změní své chemické složení. Výsledkem chemické změny barviva je to, že ozářená plocha odráží méně světla než plocha, která nebyla laserem zasažená. [25]

### **CD-RW (CD-RWM)**

U tohoto média je dána možnost přepisu, tzn. že musí být k záznamu použit takový materiál, ve kterém lze vyvolat lokální, opticky detekovatelné, ale vratné změny.

Způsob záznamu je vratný proces, ale mazat jde pouze celý disk najednou. Materiál použitý v CD-RW discích má tu vlastnost, že po zahřátí na jistou teplotu po zchladnutí zkrystalizuje, pokud se materiál zahřeje na vyšší teplotu a poté je ochlazen, bude mít amorfni strukturu. Když je materiál v krystalické formě, odráží mnohem více světla než když je amorfni; tedy krystalická podoba je land a amorfni stav působí jako pit. Použitím laseru s dvěma různými výkony je možné měnit materiál z jednoho stavu do druhého, což umožňuje přepisovat disk. [25]

## **b) DVD Disky**

Označuje jednotný standard pro optická paměťová média další generace s vysokou hustotou záznamu. Jako médium se používá stříbrný disk o průměru 12 cm. Obdobně jako u CD jsou data na disk zaznamenána ve formě spirálové stopy a snímána laserovým paprskem.

DVD může být nahrán jednostranně nebo oboustranně, přičemž každá strana může být jednovrstvá či dvojevrstvá. Z toho vyplývá existence čtyř kapacit DVD disků a to 4,7GB; 8,5GB; 9,4GB a 17GB. Zvýšená kapacita nespočívá výlučně na počtu vrstev nosiče, ale i na hustotě, se kterou mohou být informace uloženy. U obvyklých CD je rozestup stop 1,6  $\mu\text{m}$ , u DVD je to pouhých 0,74  $\mu\text{m}$ . Stejně důležité je i zmenšení minimální délky prohlubně z 0,8  $\mu\text{m}$  u běžného CD na cca 0,4  $\mu\text{m}$  u DVD. Díky tomu je na jednom disku uloženo více dat. Pro čtení užších stop je zapotřebí laserů s paprskem o kratší vlnové délce

a přesný mechanismus pro svazkování a zaměřování paprsku. DVD využívá červený laser s vlnovou délkou 640 nm, který snímá odražené světlo (data) a současně řídí vedení laseru nad čtecí/záznamovou stopou.

#### **Varianty DVD:**

- klasické DVD (pouze pro čtení)
- DVD-R (Recordable), které umožňují uživateli jednou zapsat data (stejně jako u CD-R)
- DVD-RAM (přepisovatelné), které dovolují uživateli libovolně číst, zapisovat a mazat data
- DVD-RW (přepisovatelné) mazat lze jen celý disk najednou (jako u CD-RW)

#### **c) Blue Ray Disk**

Je dalším nástupcem dnešních optických disků pro ukládání videí ve vysokých rozlišeních, fotek apod. Pro Blue Ray disky byla změněna barva (a tedy i vlnová délka) čtecího laseru, což umožnilo hustší zápis. Blu-ray disk dovoluje nahrát přes dvě hodiny HDTV nebo více než 13 hodin SDTV (rozlišení 720 x 483 bodů) vysílání na jediný 25GB disk. Jednovrstvý Blue-ray disk má kapacitu 25GB a dvouvrstvý 50GB. [24]

#### **d) Holografický disk (HVD)**

HVD je nová technologie optických záznamových médií. Holografický disk je optické datové záznamové médium s extrémně vysokou hustotou zápisu informací. Holografický disk má podobné rozměry jako DVD (130mm průměr a 3,5mm tloušťka - u DVD je to 120 mm průměr a 1,5 mm tloušťka).

V dnešní době lze na jeden holografický disk zaznamenat až 300 GB dat, v přepočtu je to zhruba 65 DVD disků. U druhé generace holografických disků se předpokládá kapacita 800 GB, u třetí pak 1,6 TB. Odhad maximální velikosti disku je až

100 TB. Mezi další zajímavé hodnoty patří přenosové rychlosti - v první generaci 160 Mbit/s, u druhé 640 Mbit/s a u třetí 980 Mbit za sekundu.

Další výhodou je poměrně vysoká životnost disků. Společnost Maxell udává životnost záznamu 30 let, InPhase pak dokonce 50 let. Materiál, ze kterého jsou tato média vyrobeny, se nazývá HDS-5000 photopolymer. Tento materiál činí z disku odolné médium, které je schopno snášet teploty od  $-20^{\circ}\text{C}$  až po  $+60^{\circ}\text{C}$  a vlhkost 5 - 90 %. V takových extrémních podmínkách se samozřejmě životnost rapidně snižuje. Životnost médií zvyšuje také fakt, že jsou dodávána v obalech (cartridge), podobně jako je tomu například u DVD-RAM či XD-CAM. Rozměry této cartridge jsou 135 x 11 x 153 mm.

Holografický disk má větší tloušťku než předchozí optické disky, jelikož se skládá z pěti vrstev. Použitím dvou vrstev substrátu se liší od většiny předchozích optických médií. Ty měly zpravidla pouze jednu vrstvu substrátu - vždy ze strany čtení disku. Z druhé strany byla tedy záznamová vrstva chráněna pouze antireflexním nátěrem, případně potiskem disku. Při poškrábání z této "nechráněné" strany došlo k trvalému poškození záznamu, navíc hrozilo proniknutí vzduchu k záznamové vrstvě a její následné oxidaci.

Zásadní vlastností holografického disku je fakt, že záznam neprobíhá na ploše záznamové vrstvy, ale v její hloubce. Díky tomu je možno vytvořit prostorový datový záznam. Při záznamu se laserový paprsek rozdělí na paprsky dva - referenční a datový. Jejich interferencí vzniknou kontrastní světlé a tmavé body - analogické pitům při záznamu CD. Nevzniknou však v ploše, ale v prostoru. Optika mechaniky je nastavena tak, že k této interferenci dochází v záznamové fotocitlivé vrstvě média. V něm tento "světelný obraz" zůstane zachován, respektive data uložena. [12]

Malými změnami v úhlu referenčního paprsku, případně změnou vlnové délky, lze dosáhnout toho, že v jednom místě záznamové vrstvy může být nahráno několik na sobě nezávislých datových stop.

Při čtení se disk prosvítí referenčním paprskem, optický datový záznam je tak promítán na optoelektronické čidlo, z jehož elektrického výstupu se zpět dekóduje původní datový signál. Všechny potenciální záznamy jednoho místa jsou čteny najednou (paralelně), což umožňuje dosahovat vysokých rychlostí čtení.

Díky své značné kapacitě se uvažuje o využití holografických disků například v televizních a filmových studiích, multimediálních archivech či datových centrech pro zálohování velkého množství dat, což by vedlo k úspoře skladovacích prostor, rychlému přístupu ke konkrétním datům a také zvýšení kvality záznamu. [11]

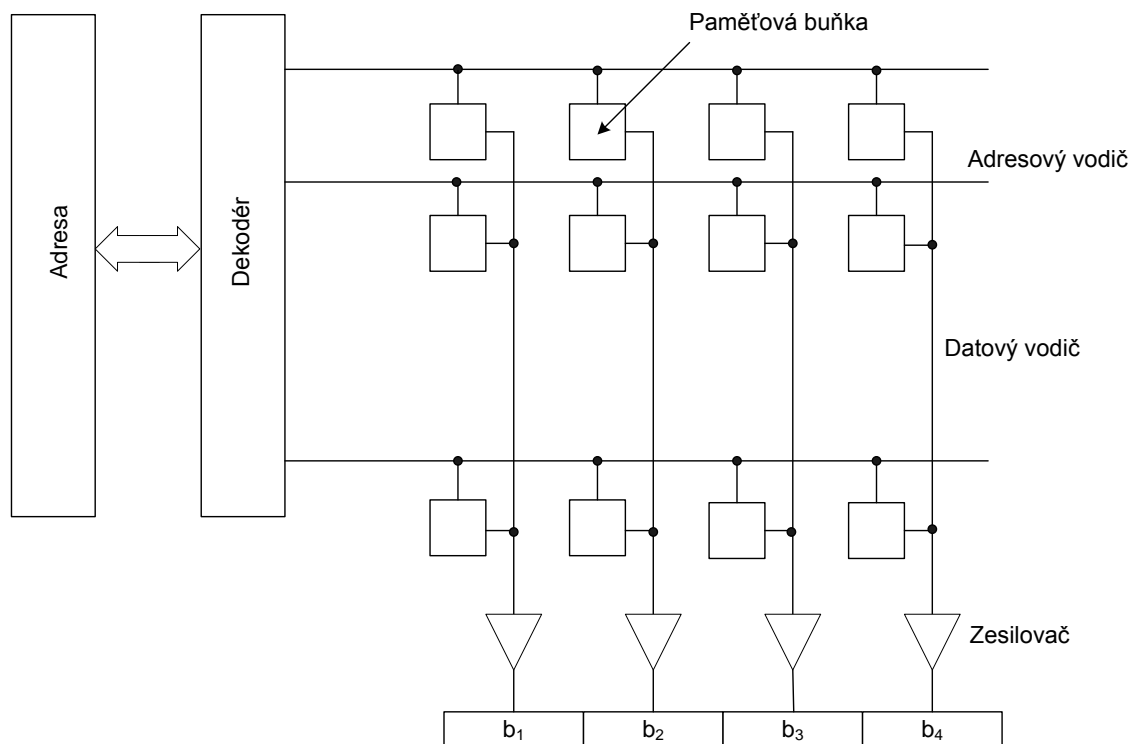
## 1.2 Vnitřní (interní) paměti

Tyto paměti jsou většinou osazené na základní desce. Jsou realizovány pomocí polovodičových součástek. Zavádějí se do nich právě spuštěné programy (nebo alespoň jejich části) a data, se kterými pracují. Interní paměti jsou zapojeny jako matice paměťových buněk. Každá buňka má kapacitu jeden bit. Tato buňka tedy může uchovávat pouze hodnotu logická 1 nebo logická 0.

**Vnitřní paměti rozdělujeme na:**

- paměti ROM
- paměti RAM
- Cache
- CMOS

**Obecná struktura vnitřní paměti**



Obr. 1-1: Struktura vnitřní paměti

Obecné schéma paměti je uvedeno na obr. 1-1. Paměť pracuje tak, že při přístupu do paměti (čtení nebo zápis) je vždy udána adresa paměťového místa, se kterým se bude pracovat. Tato adresa je přivedena na vstup dekodéru. Dekodér pak podle zadané adresy vybere jeden z adresových vodičů a nastaví na něm hodnotu logická 1. Podle toho, jak jsou zapojeny jednotlivé paměťové buňky na příslušném řádku, který byl vybrán dekodérem, projde resp. neprojde hodnota logické jedničky na datové vodiče. Informace je dále na koncích datových vodičů zesílena zesilovačem. V případě, že hodnota logická jedna projde přes paměťovou buňku, obdržíme na výstupu hodnotu bitu 1. V opačném případě je na výstupu hodnota bitu 0.

Zcela analogický je postup i při zápisu hodnoty do paměti. Opět je nejdříve nutné uvést adresu paměťového místa, do kterého se bude zapisovat. Dekodér vybere adresový vodič příslušný zadané adrese a nastaví na něj hodnotu logická 1. Dále se nastaví hodnoty bitů b1 až b4 na hodnoty, které se budou do paměti ukládat. Tyto hodnoty jsou potom uloženy do paměťových buněk na řádku, který odpovídá vybranému adresovému vodiči.[21]

### **1.2.1 Paměti typu ROM**

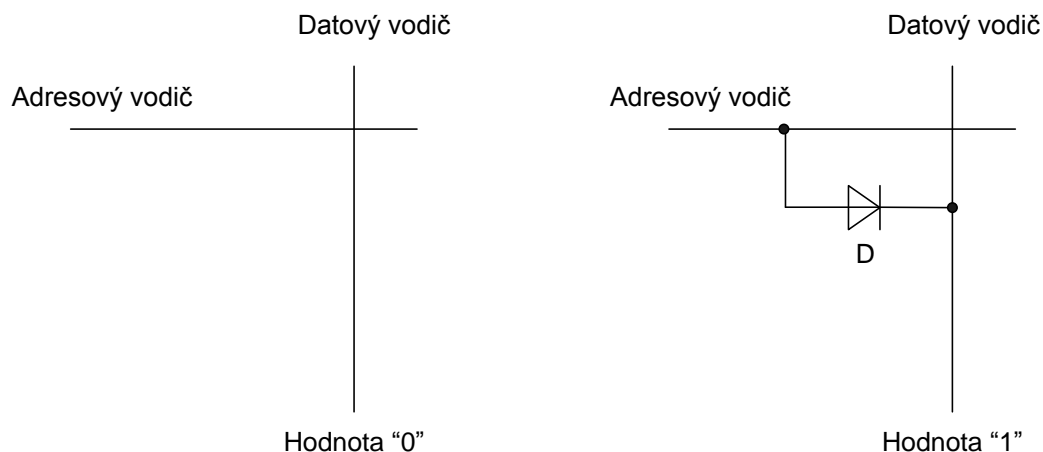
Paměti ROM jsou paměti, které jsou určeny pouze pro čtení informací.

#### **a) Paměti ROM**

Do těchto pamětí jsou informace pevně zapsány při jejich výrobě a dále není možné žádným způsobem měnit jejich obsah. Jedná se tedy o statickou, energeticky nezávislou paměť, určenou pouze ke čtení. Při výrobě tohoto typu paměti se používá nejčastěji některé z následujících realizací paměťových buněk.

Paměťová buňka může být realizována jako dvojice nespojených vodičů a vodičů propojených přes polovodičovou diodu viz obr. 1-2.

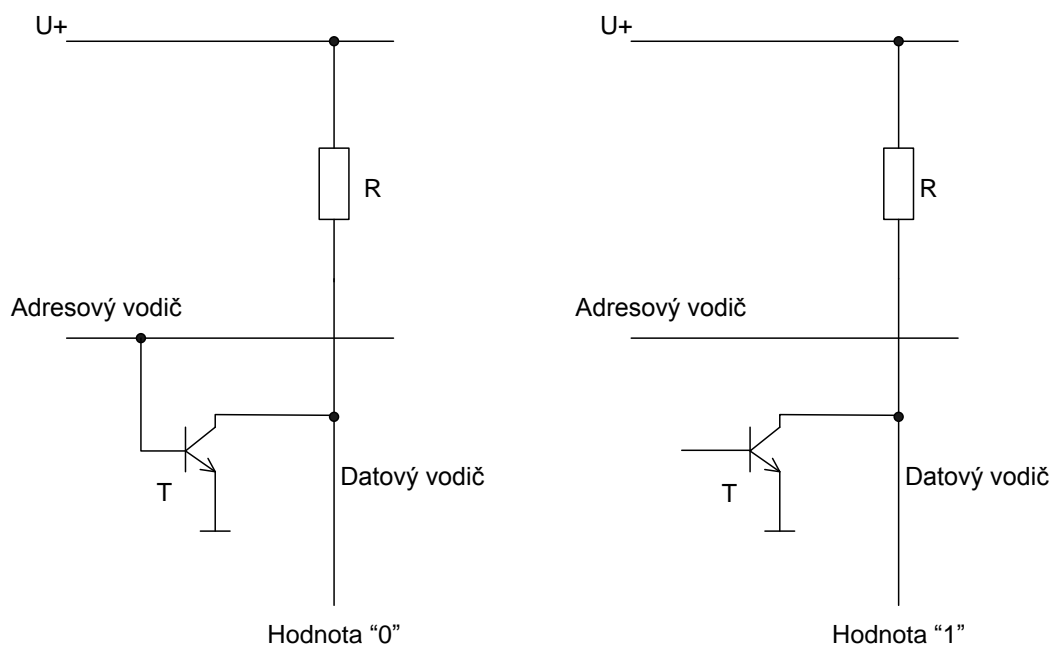




Obr. 1-2: Realizace buňky paměti ROM pomocí polovodičové diody

V prvním případě nemůže žádným způsobem hodnota logická jedna přejít z adresového vodiče na vodič datový. Jedná se tedy o buňku, ve které je permanentně uložena hodnota 0. V případě druhém hodnota logická 1 přejde z adresového vodiče přes polovodičovou diodu na vodič datový. Toto zapojení představuje tedy paměťovou buňku s hodnotou 1. Dioda je zapojena tak, aby hodnota logická 1 mohla přejít z adresového vodiče na datový, ale nikoliv v opačném směru, což by vedlo k jejímu šíření po velké části paměti.

Jednotlivé buňky paměti ROM je také možné realizovat pomocí tranzistorů, a to jak v technologii TTL, tak v technologiích MOS. Její realizace v technologii TTL je uvedena na obr 1-3.



Obr. 1-3: Realizace paměťové buňky ROM pomocí tranzistoru v technologii TTL

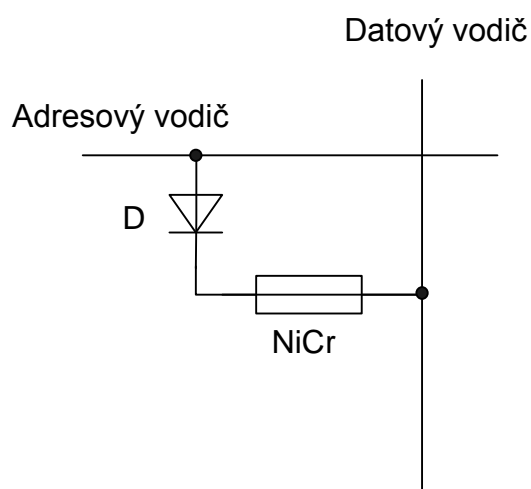
V tomto případě je na datový vodič neustále přiváděna hodnota logická 1. Pokud dojde k vybrání adresového vodiče a tím k umístění hodnoty logická jedna na tento vodič, tak v případě, že je tranzistor T spojen s tímto adresovým vodičem, dojde k jeho otevření a tím k propojení datového vodiče se zemí. Na takto propojeném datovém vodiči se potom objeví hodnota logická 0 a tato buňka představuje uložení hodnoty bitu 0. U buněk, jejichž tranzistor není spojen s adresovým vodičem, nemůže nikdy dojít k otevření tohoto tranzistoru a tím ani ke spojení datového vodiče se zemí. V této buňce je tedy neustále uložena hodnota 1. [21]

## b) Paměti PROM

Paměť PROM neobsahuje po vyrobení žádnou pevnou informaci a je až na uživateli, aby provedl příslušný zápis informace. Tento zápis je možné provést pouze jednou a poté již paměť slouží stejně jako paměť ROM. Paměti PROM představují statické a energeticky nezávislé paměti.

Buňku paměti je možné realizovat podobně jako u paměti ROM. Při výrobě je vyrobena matice obsahující spojené adresové vodiče s datovými vodiči přes polovodičovou

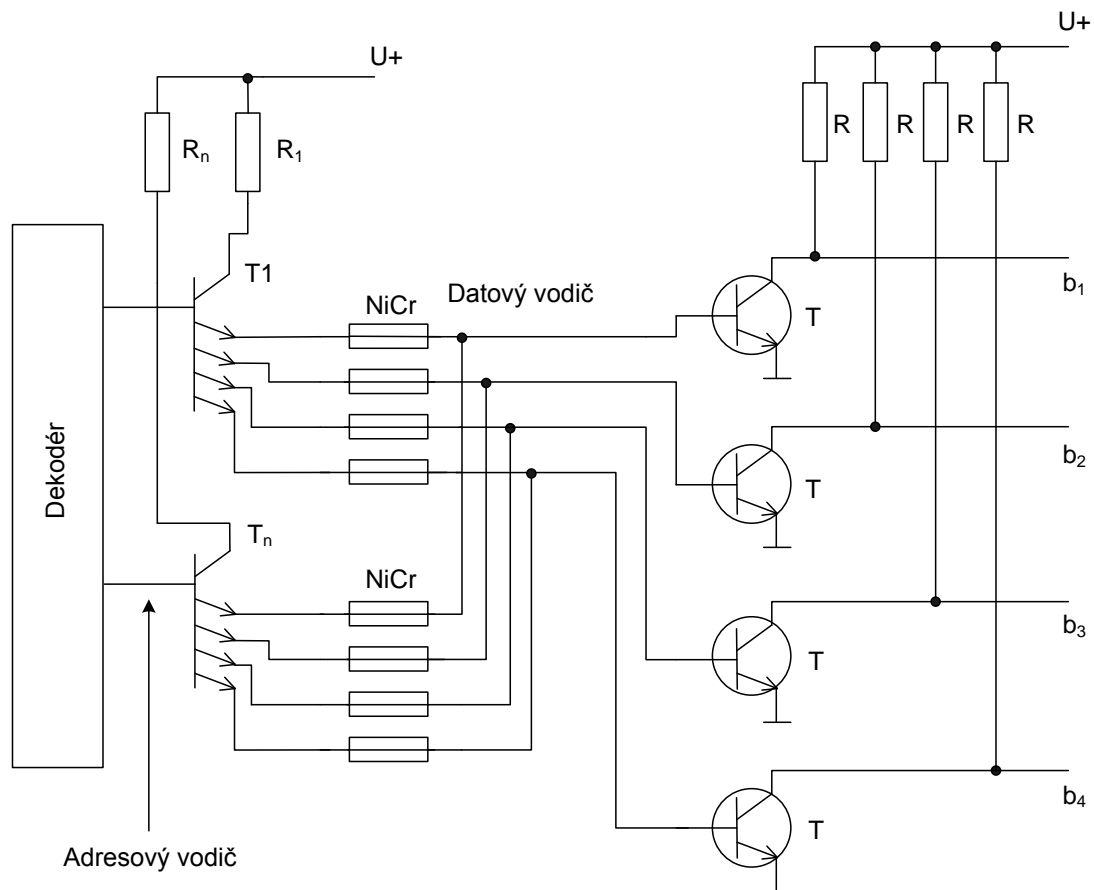
diodu a tavnou pojistku z niklu a chrómu (NiCr). Takto vyrobená paměť obsahuje na začátku samé hodnoty 1. Paměť PROM realizovaná pomocí diody je na obr. 1-4



Obr. 1-4: Realizace paměťové buňky PROM pomocí diody

Zápis informace se provádí vyšší hodnotou elektrického proudu (cca 10 mA), která způsobí přepálení tavné pojistky a tím i definitivně zápis hodnoty 0 do příslušné paměťové buňky.

Paměti typu PROM se také realizují pomocí bipolárních multiemitorových tranzistorů, jak je uvedeno na obr. 1-5.



Obr. 1-5: Realizace paměťové buňky PROM pomocí multiemitorových tranzistorů

Paměť PROM pracující na tomto principu má po svém vyrobení ve všech buňkách zapsanu hodnotu 0 a při jejím programování se do některých buněk přepálením tavné pojistky zapíše hodnota 1. [21]

### c) Paměti EPROM

Paměť EPROM je statická energeticky nezávislá paměť, do které může uživatel provést zápis. Zapsané informace je možné vymazat působením ultrafialového záření. Tyto paměti jsou realizovány pomocí speciálních unipolárních tranzistorů, které jsou schopny na svém přechodu udržet elektrický náboj po dobu až několika let. Tento náboj lze vymazat právě působením UV záření. Paměti EPROM jsou charakteristické malým okénkem v pouzdře integrovaného obvodu obsahujícího tuto paměť. Pod okénkem je umístěn vlastní paměťový čip, na který směřuje při vymazávání zdroj UV záření. Při práci bývá tento otvor většinou přelepen ochranným štítkem, aby nedocházelo ke ztrátám informace vlivem UV záření v ovzduší. [21]

#### **d) Paměti EEPROM**

Tyto paměti mají podobné chování jako paměti EPROM, tj. jedná se o statickou energeticky nezávislou paměť, kterou je možné naprogramovat a později z ní informace vymazat. Výhodou oproti EPROM pamětem je, že vymazání se provádí elektricky a nikoliv pomocí UV záření, čímž odpadá nepohodlná manipulace s pamětí při jejím mazání.

Při výrobě pamětí EEPROM se používá speciálních tranzistorů vyrobených technologií MNOS (Metal Nitrid Oxide Semiconductor). Vymazání paměti se provádí kladným napětím +U, které se přivede na adresové vodiče. [21]

#### **e) Paměti Flash**

Paměť Flash je vlastně paměť typu EEPROM (elektricky mazatelná a programovatelná paměť). Je tvořena sítí řádků a sloupců, na jejichž průsečících leží jednotlivé paměťové buňky. Každá z buněk obsahuje jeden unipolární tranzistor, který má nad sebou umístěna dvě hradla, vzájemně izolovaná tenkou oxidovou vrstvičkou. Horní hradlo (řídící) je připojeno na sběrnici řádků a spodní hradlo, které není připojeno (je plovoucí). Náboj se na toto plovoucí hradlo dostane tunelováním z řídícího hradla. Nenaprogramovaná buňka paměti nemá na plovoucím hradle žádný náboj, a proto se po přivedení výběrového signálu na konkrétní naadresovaný řádek paměti nedokáže paměťový tranzistor otevřít. Buňka si pamatuje logickou hodnotu 1. Pokud však vpravíme do plovoucího hradla náboj (programováním paměti), pak se po výběru řádku paměti dokáží tranzistory naprogramované paměťové buňky otevřít a buňka si tedy pamatuje logickou 0. Mazání paměti spočívá v tom, že se z plovoucího hradla uložený náboj odvede pryč. Paměť typu Flash tedy není nutné před vymazáním (naprogramováním) z počítače vyjmout a umístit ji do speciálního programovacího zařízení. [22]

### **1.2.2 Paměti RAM**

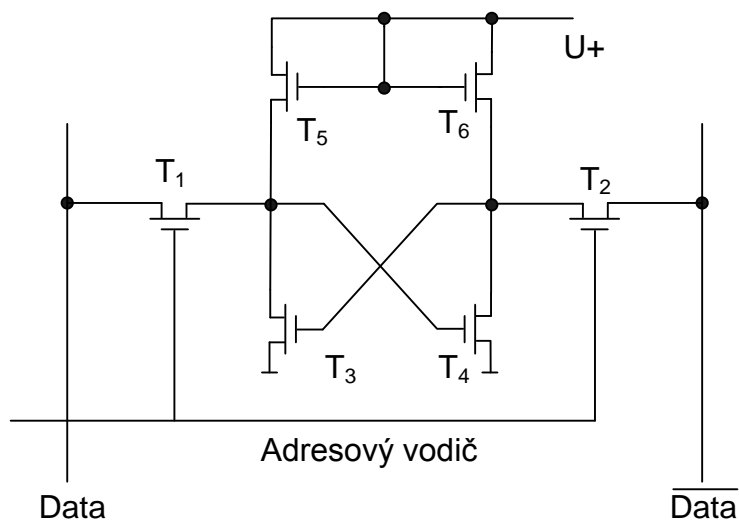
Paměť typu RAM (Random Access Memory) slouží v dnešních počítačích jako hlavní (někdy se též nazývá operační) paměť. Název RAM získala paměť v době, kdy se k paměťovým médiím přistupovalo sekvenčně (jako k pásce). Paměť RAM proto vynikala především možností přístupu na libovolné místo. Základní dělení pamětí typu RAM je na statické a dynamické. Paměti RAM jsou určeny pro zápis i pro čtení dat. Jedná se o paměti, které jsou energeticky závislé. Podle toho, zda jsou dynamické nebo statické, jsou dále rozdělovány na:

- SRAM - Statické RAM
- DRAM - Dynamické RAM

### a) Statická paměť RAM

Je nejrychlejším typem paměti. Jeho nevýhodou je velký odběr proudu (ovšem jen při velké pracovní rychlosti). Typicky se používá jako rychlá vyrovnávací paměť (cache) u procesorů.

Paměti SRAM uchovávají informaci v sobě uloženou po celou dobu, kdy jsou připojeny ke zdroji elektrického napájení. Paměťová buňka SRAM je realizována jako bistabilní klopný obvod, tj. obvod, který se může nacházet vždy v jednom ze dvou stavů, které určují, zda v paměti je uložena 1 nebo 0.

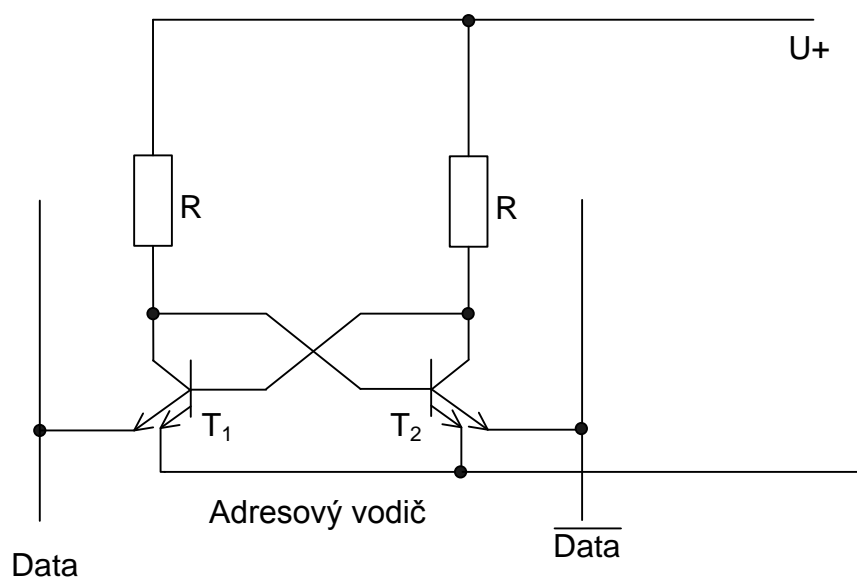


Obr. 1-6: Realizace jedné buňky SRAM v technologii MOS

U SRAM paměti se používá dvou datových vodičů. „Adresový vodič“ je určený k zápisu do paměti. Vodič označený jako „Data“ se používá ke čtení. Hodnota na tomto vodiči je vždy opačná než hodnota uložená v paměti, takže na konci je nutno ji ještě negovat. Při zápisu se na adresový vodič umístí hodnota logická 1. Tranzistory T1 a T2 se otevrou. Na vodič Data se přivede zapisovaná hodnota (např. 1). Tranzistor T1 je otevřen, takže jednička na vodiči Data otevře tranzistor T4 a tímto dojde k uzavření tranzistoru T3. Tento stav obvodu představuje uložení hodnoty 0 do paměti. Zcela analogicky tato buňka pracuje i při zápisu hodnoty 1. Rozdíl je pouze v tom, že tranzistor T4 zůstane uzavřen a to způsobí otevření tranzistoru T3.

Při čtení je opět na adresový vodič přivedena hodnota logická 1, což opět způsobí otevření tranzistorů T1 a T2. Jestliže byla v paměti zapsána hodnota 1, je tranzistor T4 otevřen (tj. na jeho výstupu je hodnota 0). Tuto hodnotu obdržíme na vodiči „Data“. Opět zcela analogicky v případě uložené hodnoty 0, kdy tranzistor T4 je uzavřen (tj. na jeho výstupu je hodnota 1). Tranzistory T5 a T6 plní pouze funkci rezistorů.

Paměti SRAM je možné uskutečnit i v technologii TTL viz obr. 1-7. Buňka takovéto paměti pracuje na podobném principu jako buňka v technologii MOS viz obr. 1-6.



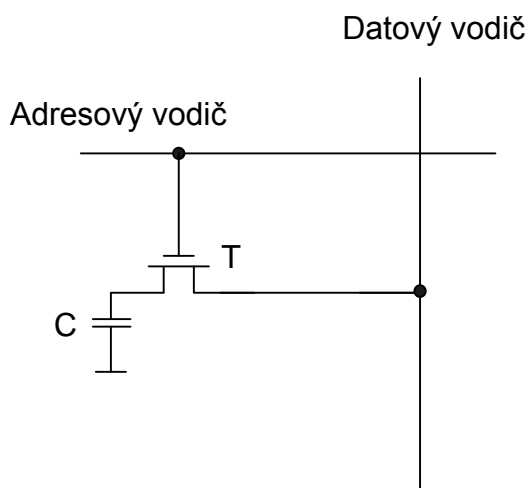
Obr. 1-7: Realizace jedné buňky paměti SRAM v technologii TTL

Paměti SRAM jsou výhodné zejména pro svou nízkou přístupovou dobu (15 - 20 ns). Jejich nevýhodou je velký odběr proudu, vyšší složitost a z toho plynoucí vyšší výrobní náklady. V současné době jsou paměti SRAM používány především pro realizaci paměti typu cache, viz kap. 1.2.3, jejichž kapacita je ve srovnání s operační pamětí několiknásobně nižší. Typicky se používá jako rychlá vyrovnávací paměť (cache) u procesorů. [21]

### b) Dynamická paměť RAM

Je nejlevnějším typem elektronické paměti. Typicky se používá jako hlavní paměť počítačů. V paměti DRAM je informace uložena pomocí elektrického náboje na kondenzátoru viz obr. 1-8. Tento náboj má však tendenci se vybíjet i v době, kdy je paměť

připojena ke zdroji elektrického napájení. Aby nedošlo k tomuto vybití a tím i ke ztrátě uložené informace, je nutné periodicky provádět tzv. refresh, tj. ožívování paměťové buňky. Tuto funkci plní některý z obvodů čipové sady.



Obr. 1-8: Realizace jedné buňky paměti DRAM v technologii TTL

Při zápisu se na adresový vodič přivede hodnota logická 1. Tím se tranzistor T otevře. Na datovém vodiči je umístěna zapisovaná hodnota (např. 1). Tato hodnota projde přes otevřený tranzistor a nabije kondenzátor. V případě zápisu nuly dojde pouze k případnému vybití C (pokud byla dříve v paměti uložena hodnota 1).

Při čtení je na adresový vodič přivedena hodnota logická 1, která způsobí otevření tranzistoru T. Jestliže byl kondenzátor nabitý, zapsaná hodnota přejde na datový vodič. Tímto čtením však dojde k vybití kondenzátoru a zničení uložené informace. Jedná se tedy o buňku, která je destruktivní při čtení a přečtenou hodnotu je nutné opět do paměti zapsat.

Buňka paměti DRAM je velmi jednoduchá a dovoluje vysokou integraci a nízké výrobní náklady. Díky těmto vlastnostem je používána k výrobě operačních pamětí. Její nevýhodou je však vyšší přístupová doba způsobená nutností provádět refresh a časem potřebným k nabití a vybití kondenzátoru.

Dlouhá desetiletí existence DRAM pamětí se pouze urychlovala přístupová rychlost. Ta postupem času klesla na hodnoty 50 ns, někdy i nižší. Ovšem rychlým procesorům již přestával poskytovaný datový tok stačit. Proto v první polovině 90. let vznikla varianta zvaná Fast Page DRAM (rovněž označovaná jako FP RAM nebo též FPM RAM). [21]



Dalším urychlením DRAM paměti vznikla paměť EDO RAM (Extended Data Out), která byla ještě o zhruba 20 procent výkonnější, než FP RAM. Proto se velmi rychle přešlo od FP RAM právě k EDO RAM, takže lze z tohoto pohledu chápat FP RAM jako přechodový můstek od DRAM k EDO RAM.

Doposud měly všechny paměti asynchronní přístup, což znamená, že paměť poskytla data podle situace. Proto vznikly synchronní paměti, kde by paměti pracovaly přesně podle externího taktu. Paměti se začaly označovat jako SDRAM (Synchronous DRAM). Poprvé se tento druh paměti objevil v roce 1996 a postupně vytlačil předchozí EDO RAM. Původní takt paměti 66 MHz se časem zvýšil na 133 MHz, přičemž se někdy objevují i rychlejší.

Aby se zvětšila přenosová rychlost, objevila se technologie zvaná DDR (Double Data Rate). Ta dovoluje pracovat s oběma hranami taktu, takže to na první pohled vypadá, že paměť pracuje s dvojnásobným taktům. [15]

Zvláštním typem paměti je RDRAM (Rambus DRAM), kde vysoká přenosová rychlost byla dosažena extrémním zvýšením taktu. To klade velmi vysoké nároky na celé okolí paměti. Synonymem pro tento druh paměti je její vynálezce, firma Rambus.

Název modulu	SIPP	SIMM-30	SIMM-72	DIMM	DDR DIMM	RIMM
DRAM	Ano	ano	ano			
FP RAM			ano			
EDO RAM			ano	ano		
SDRAM				ano		
DDR SDRAM					ano	
RDRAM						ano

Tab. 1-3: Přehled ve kterém modulu byly jaké typy RAM pamětí

Stolní počítače mají RAM paměť umístěnou na tištěných spojích a tento celek se nazývá paměťový modul, případně RAM modul. Přehled, ve kterém modulu byly jaké typy RAM je znázorněn v tab. 1-3. Prvním paměťovým modulem pro osobní počítače byl SIPP. Jeho datová šířka byla 8 bitů. Typickým znakem byly klasické vývody, jaké se vyskytují u integrovaných obvodů.

Prakticky stejné parametry má paměť SIMM (příchodem další generace se tento modul začal označovat jako SIMM-30). Jediným rozdílem mezi těmito moduly je vlastní

konektor. SIMM modul nemá žádné vývody, ale tzv. přímý konektor, který je vytvořen přímo z části plošného spoje, kde jsou vytvořeny kontakty.

Rozšířením datové šířky procesorů bylo nemyslitelné používat stále osmibitové paměťové moduly. Proto firma IBM vytvořila pro 32bitové počítače typu PS/2 nový 72pinový SIMM modul. Podle místa prvního výskytu se tyto moduly někdy označují též jako PS/2 modul. Datová šířka modulu byla zvýšena na čtyřnásobek SIMM modulu, tedy na 32 bitů. Je to první typ modulu, kde se vyskytovaly i jiné typy paměti než základní DRAM (konkrétně FP RAM a EDO RAM).

Dalším rozšířením datové šířky procesorů a zároveň příchod nového typu paměti (SDRAM) vznikl nový 64bitový paměťový modul s názvem DIMM. Jeho fyzické rozměry jsou opět větší, než jeho předchůdce.

V roce 2000 vznikl pro oddělení nového typu paměti DDR SDRAM nový paměťový modul s názvem DDR DIMM, který je stejně jako DIMM 64bitový, konektor má ale jiný tvar.

Název modulu	Datová šířka	Počet vývodů	Typické kapacity
<b>SIPP</b>	8 bitů	30	0,25 / 1 / 4 MB
<b>SIMM-30</b>	8 bitů	30	0,25 / 1 / 4 MB
<b>SIMM-72</b>	32 bitů	72	4 / 8 / 16 / 32 MB
<b>DIMM</b>	64 bitů	168	32 / 64 / 128 / 256 / ... MB
<b>DDR DIMM</b>	64 bitů	184	128 / 256 / ... MB
<b>RIMM</b>	16 bitů	184	64 / 128 / 256 / ... MB

Tab. 1-4: Základní parametry paměťových modulů

Pro zvýšení bezpečnosti se paměťové moduly vybavovaly standardně paritními bity, které pomáhají zjistit jeden vadný bit v jednobytovém slovu. Na každý byte tedy připadá jeden bit paritní. Typickými představiteli jsou SIPP a DIMM-30 moduly, které se až na výjimky vyskytují jako 9bitové (tady 8 bitů datových a jeden bit paritní). Moduly SIMM-72 se přidáním čtyř paritních bitů rozšíří z původních 32 na 36 bitů. Tím se zvyšuje i cena paměťových modulů, což vadilo některým výrobcům. Proto vznikla tzv. logická parita, což znamená obvod, který paritní bity jen simuluje. Takový paměťový modul je sice možné osadit místo klasických modulů s paritou, ovšem nelze detekovat chybu RAM paměti. S výskytem modulů s logickou paritou se standardní paritě začalo pro oddělení logické parity říkat hardwarová parita.

Pro zajištění vysoké bezpečnosti a především nepřetržitého chodu vznikly ECC moduly. Ty mají délku slova zvětšenou o víc než o jeden bit na 8 datových bitů tak, aby bylo možno detekovat dva vadné bity na jeden byte a jednobitovou chybu nejen detekovat, ale i opravit. Tato úprava paměťových modulů se používá především v serverech a pracovních stanicích. [13]

### 1.2.3 Paměti Cache

Cache paměť je rychlá vyrovnávací paměť mezi rychlým zařízením (např. procesor) a pomalejším zařízením (např. operační paměť). Práce cache paměti vychází ze skutečnosti, že program má tendenci se při své práci určitou dobu zdržovat na určitém místě paměti, a to jak při zpracování instrukcí, tak při načítání (zapisování) dat z (do) paměti. Je-li požadována nějaká informace z paměti, je nejdříve hledána v cache paměti (interní, pokud existuje, a následně v externí). Pokud požadovaná informace není přítomna v žádné z cache pamětí, je zavedena přímo z operační paměti. Kromě momentálně požadované informace se však do cache paměti zavede celý blok paměti, takže je velká pravděpodobnost, že následně požadované informace již budou v cache paměti přítomny. [23]

### 1.2.4 CMOS paměť

Tento druh paměti je využíván k uchování údajů o nastavení počítače. Tato paměť má malou kapacitu a slouží k uchování údajů o nastavení počítače a jeho hardwarové konfiguraci. Paměť je energeticky závislá, a proto je nutné ji zálohovat pomocí akumulátoru umístěného většinou na základní desce. Bez přísunu energie by došlo ke ztrátě údajů uložených v této paměti.

V CMOS paměti bývají většinou uloženy:

- informace o typech, kapacitách a parametrech pevných disků
- typ používané video karty
- kapacita operační paměti
- nastavení parametrů cache pamětí

- pořadí jednotek pro zavádění operačního systému
- povolení/zakázání různých funkcí základní desky
- nastavení parametrů pro režim s úsporou elektrické energie
- nastavení přiřazení IRQ úrovní
- nastavení hesla k programu SETUP, popř. k celému počítači
- atd.

Tyto parametry se nastavují většinou pomocí programu zvaného SETUP. SETUP bývá uložen nejčastěji v permanentní paměti počítače, která bývá realizována jako EPROM (u starších počítačů) nebo jako Flash (u novějších počítačů).[8]

## **2 ENERGETICKÁ ZÁVISLOST PAMĚTÍ**

Paměti dále můžeme rozdělit podle energetické závislosti. A to na paměti, které potřebují pro uchování informace napětí a paměti, které udržují informace bez potřeby napájení.

### **2.1 Energeticky nezávislé paměti**

Tyto paměti nepotřebují k uchování informací elektrickou energii. Informace uchovávají i po dobu, kdy nejsou připojeny ke zdroji elektrického napájení. Napájení potřebují pouze pro čtení a zápis do paměti.

Do této skupiny zařazujeme tyto paměti:

- všechny vnější paměti
- ROM paměti (ROM, PROM, EPROM, EEPROM, FLASH)

### **2.2 Energeticky závislé paměti**

Druhá skupina je energeticky závislá, to znamená že paměti potřebují pro uchování a přístup k informacím zdroj elektrické energie. Při zániku napájecího napětí se informace ztratí.

Do této kategorie patří tyto paměti:

- RAM paměti
- Paměť Cache
- CMOS paměť

### 3 PAMĚTI V TELEFONNÍCH ÚSTŘEDNÁCH

V telefonních ústřednách se vyskytují různé typy pamětí. Tyto paměti můžeme rozdělit podle různých hledisek. Nejčastější dělení je podle typu paměti a podle funkce, kterou zastává v telefonní ústředně.

#### 3.1 Rozdělení pamětí podle funkce

Podle funkce je lze rozdělit do těchto čtyř skupin:

- **Paměti polopermanentní**, které slouží k trvalému uchování informací, které se mění jen zřídka. Informace, které se v polopermanentních pamětech uchovávají, mohou být buď programové instrukce pro řízení spojovacích pochodů nebo informace o charakteru jednotlivých částí ústředny tel. účastníků nebo sítě.
- **Paměti pomocné** sloužící k provádění aritmetických nebo logických operací s čísly.
- **Paměti dočasné** slouží k záznamu informací potřebných v průběhu spojení a to jak informací získaných od účastníků nebo jiných vnějších zdrojů, tak i vnitřních informací.
- **Vstupní a výstupní paměti** jsou paměti na styčných místech v nichž se stýká rychle pracující elektronické řízení s periferními jednotkami.[1]

#### 3.2 Rozdělení pamětí podle typu

##### 3.2.1 Feritové paměti

Je možné s nimi vytvořit poměrně velké kapacity s krátkými dobami přístupu. Paměťovým prvkem feritových pamětí jsou feritová jádra jejichž hysterézní smyčka má pravoúhlý tvar. Používají se většinou miniaturní feritová jádra s průměrem 0,35 až 2 mm. Nevýhodou jsou relativně vysoké náklady na ovládací a výběrové obvody.

### **3.2.2 Tenkovrstvé paměti**

Tyto paměti mohou být dvojího druhu, plošné nebo cylindrické (drátové). V plošných pamětech jsou paměťovými prvky miniaturní plošky z magnetického materiálu nanesené odpařováním v silném magnetickém poli na nosné destičce.

### **3.2.3 Permanentní paměti**

Zvláštním druhem paměti jsou tzv. permanentní paměti. Jsou to paměti, u kterých je informace zapsána trvale a ze které se vyjímá přímo při čtení.

### **3.2.4 Polopermanentní paměti**

Paměti tohoto typu se používají např. při záznamu programových instrukcí nebo pro záznam různých trvalých informací. Mezi výhody patří dlouhodobá stálost záznamu, možnost jednoduché změny záznamu v případě potřeby, rychlý přístup, malé rozměry, nízká cena.

### **3.2.5 Magnetická disková paměť**

Princip je podobný jako u magnetické bubnové pásky. Magnetická paměťová vrstva je nanesená na obou stranách kovové desky. Desky mohou mít průměr až 1m. V mezerách mezi deskami jsou umístěny čtecí nebo zapisovací hlavy. Na jedné desce může být i několik set stop. Diskové paměti umožňují pracovat s velkou hustotou záznamu a dosahuje se běžně až  $10^9$  bitu.

### **3.2.6 Páskové paměti**

Patří k pamětem s pohyblivou záznamovou vrstvou. Do telefonních ústředen zatím pronikly pouze okrajově. Maximálně dosažitelná kapacita je  $10^8$  bitu. Hlavní výhodou je možnost magnetický pásek podobně jako v magnetofonu vyměnit a zapsanou informaci uchovat. Hlavní nevýhoda je dlouhá doba přístupu až několik minut.

Pásková paměť je proto vhodná např. pro programy, které sice obsahují velké množství instrukcí, ale které se odbavují postupně v daném pořadí. Nositelem informace u páskových pamětí je magnetofonní pásek délky několik set metrů. Rychlost pásku se volí několik metrů za sekundu. Hustota záznamu až 60 bitů na mm. [1]

## 4 DIGITÁLNÍ PŘENOSOVÉ SYSTÉMY

Digitální přenosové systémy se rozvíjejí progresivně od 60. let společně s vývojem číslicových integrovaných obvodů a výpočetní techniky. Postupně nahrazují analogové nosné systémy. Dominantní postavení získala digitální technika díky těmto výhodám:

- levná velkosériová výroba číslicových integrovaných obvodů
- minimální náklady na nastavení a preventivní údržbu funkčních bloků přenosového řetězce
- kvalita přenosu je prakticky nezávislá na délce linkového traktu, protože při obnově signálu v opakovačích nedochází ke kumulaci šumů jednotlivých úseků přenosových cest
- vysoká odolnost proti rušení, takže lze použít méně jakostních přenosových cest
- jednotný signál v integrovaných sítích pro přenos telefonních přenosových, datových a jiných signálů

Nevýhodou je však potřeba větší šířky přenosového pásma při digitální modulaci. Základním principem v digitální technice je pulzně-kódová modulace PCM, která zajišťuje digitalizaci analogových signálů. [20]

### 4.1 Hierarchie E1

Její základní přenosová rychlost 64 kbit/s je dána digitalizací analogového telefonního pásma 300 - 3400 Hz. Vzorkovací kmitočet byl podle Shannonova-Kotělnikova teorému zvolen  $f_{VZ} = 8$  KHz. Jednotlivé vzorky jsou zakódované do osmimístné binární soustavy, takže v jednom kanálovém intervalu KI je  $N_d = 8$  vzorků viz obr. 4-1. To umožňuje vytvořit  $N_v = 2^8 = 256$  různých hodnot vzorků. Přenosová rychlost jednoho kanálu  $v_{pk}$  je

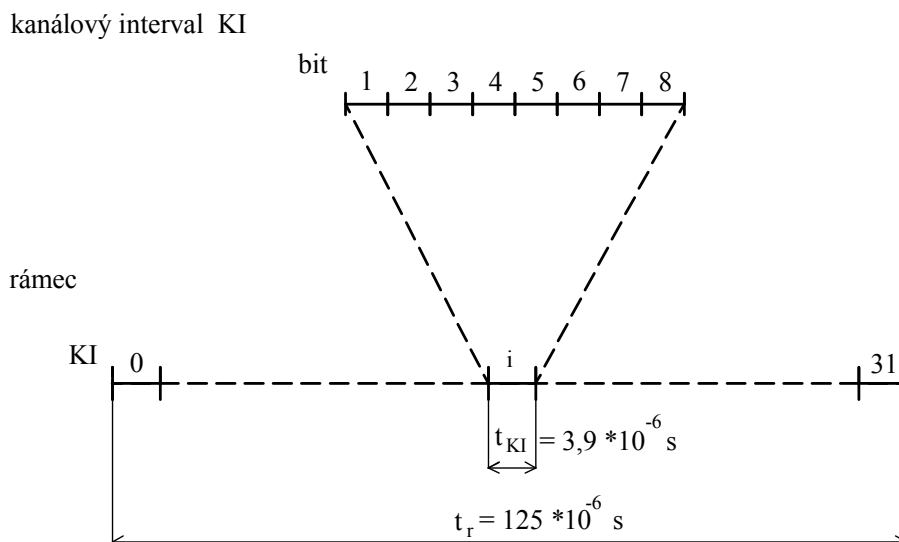
$$v_{pk} = f_{VZ} * N_D = 8000 * 8 = 64 \text{ kbit/s} \quad (1)$$

Aby bylo možné vícenásobné využití vedení, byl vytvořen přenosový systém s pulzně kódovou modulací PCM 1. řádu, jež do jednoho rámce, vymezeného dobou mezi jednotlivými vzorky  $t_r = 1/f_{VZ}$ , tj.  $125 * 10^{-3}$  ms umístí 32 (doporučení pro evropský region)



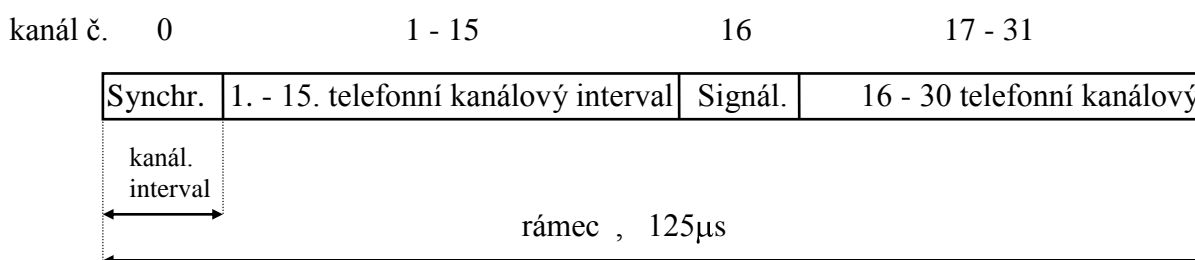
kanálových intervalů, jejichž doba je  $t_{KI} = t_r / 32 = 3,9 \cdot 10^{-6}$  s. Přenosová rychlost PCM 1. řádu je potom

$$v_{p1} = v_{pk} \cdot \text{kanálových intervalů} = 64 \cdot 10^3 \cdot 32 = 2,048 \text{ Mbit/s} \quad (2)$$



Obr. 4-1: Rámec PCM 1. řádu

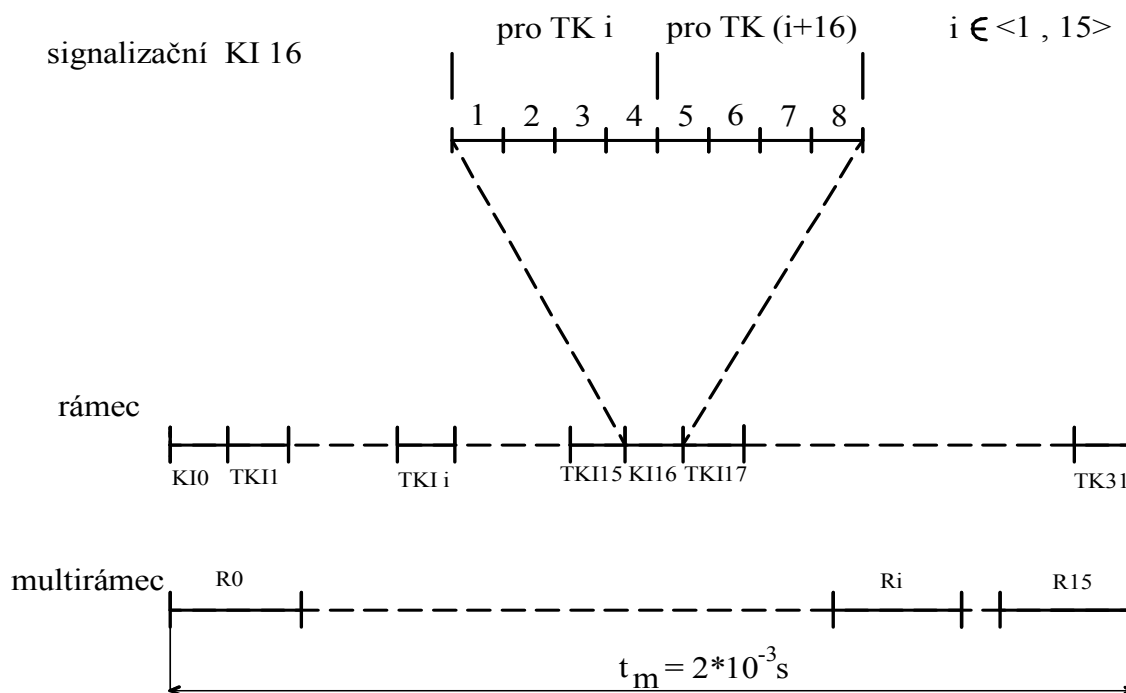
Uvedených 32 kanálových intervalů umožňuje vytvořit 32 přenosových kanálů, každý s přenosovou rychlostí 64 kbit/s viz. obr. 4-2. Prvním v rámci označený K0 je určen hlavně pro rámcovou synchronizaci a sedmáctý K16 pro přenos signalizace. Zbývajících 30 telefonních kanálů je s označením TK1 – TK15 a TK17 – TK31.



Obr. 4-2: Rámec hierarchie E1

Jelikož však osmibitový signalizační kanálový interval není schopen přenést signalizaci pro 30 telefonních kanálů, je nutné vytvořit z více rámců tzv. multirámec. Konkrétně se multirámec vytváří z 16 rámců, označených R0 – R15. Doba trvání

takovéhoto multirámece je  $t_m = t_r * 16 = 2 * 10^{-3}$  s. Počet bitů, jež jsou takto v multirámeči k dispozici je  $16 * 8 = 128$ . Jsou využívány následovně tj. 8 bitů K16 v R0 pro nastavení multirámece a poplachové signály, 120 bitů K16 ostatních zbývajících rámců R1 –R15 pro signalizaci 30 TK. Pro každý telefonní kanálový interval připadají 4 bity, jež jsou pevně přiřazeny k určitému telefonnímu kanálu, jak ukazuje obr. 4-3. Jedná se tedy o signalizaci zvláštním kanálem, přiřazeném ke kanálu vlastní zprávy.



Obr. 4-3: Multirámeček PCM 1. řádu

Přenosová rychlost signalizace pro jeden TK je 2 kbit/s což většině případů přesahuje potřeby a možnosti přenášené signalizace. Část kapacity se proto může využít i pro jiné účely, např. přenos dat. [7]

## 4.2 PDH - plesiochronní digitální hierarchie

Ke sdružení většího počtu telefonních kanálů, než dokáže multiplexovat zařízení PCM 1. řádu, případně k přenosu data vyšších přenosových rychlostí, byla vytvořena celá soustava zařízení a jim odpovídajících signálů vyšších řádů. Podle metody sdružování rozeznáváme digitální systémy PDH a SDH.

Plesiochronní digitální hierarchie PDH sdružuje signály, které nemají oproti signálu vyššího řádu definován pevný časový vztah, čili není určen vztah mezi rámcem signálu vyššího řádu oproti rámcům sdružovaných signálů nižšího řádu. V signálu vyššího řádu je navíc vyčleněna určitá rezerva pro odchylky přenosových rychlostí, protože se nepředpokládá přesný časový souběh sdružovaných signálů, ale uvažuje se difference přenosových rychlostí v určitých předepsaných mezích. [20]

Signály vyšších řádů jsou vypsány v tab. 4-1. Tabulka uvádí přehled PDH až do 4. řádu s uvedeným maximálním počtem kanálů s přenosovou rychlostí 64 kbit/s.

Označení	Označení rozhraní	Násobek	Přenosová rychlost[kbit/s]	Zkrácené označení	Počet kanálů 64 kbit/s
	RM0		64		1
E1	RM1	30	2048	2-megabitový tok	30
E2	RM2	4	8448	8-megabitový tok	120
E3	RM3	4	34368	34-megabitový tok	480
E4	RM4	4	139264	140-megabitový tok	1920

Tab. 4-1: Hierarchické stupně PDH

Z tabulky je patrné, že je celková přenosová rychlost vyšší než příslušné násobky 64 kbit/s. Těmito nadbytečnými bity se přenáší např. signalizace, synchronizace a další data zajišťující vyšší kvalitu přenosu. Můžeme také pozorovat skutečnost, že doporučení pro PDH předbíhala praktickému použití - technologickým možnostem, a ukázalo se, že zavedením SDH nemají E5 a E6 již praktickou použitelnost.[20]

Existují tři druhy PDH, mimo uvedené evropské existují i americké a japonské. Americká hierarchie sdružuje v 1. řádu 24 kanálů s celkovou přenosovou rychlostí 1544 kbit/s. Vyšší řády vznikají násobkem 4x, 7x, 3x, 2x.

U japonské hierarchie jsou první dvě řády stejné s americkou, 3. a další vznikají násobkem 5x, 3x, 3x.[7]

### 4.3 SDH - synchronní digitální hierarchie

Postupem doby vzrostly nároky na kapacitu přenosových prostředků a to nejen díky rozmachu telefonního provozu, ale zejména z důvodu prudkého nárůstu požadavků na přenos dat. Přidávání dalších stupňů do plesiochronní digitální hierarchie by nebylo

efektivní a ani technicky schůdné. Proto vznikla nová hierarchie SDH, která je celosvětově standardizovaná.[20]

Základem synchronní digitální hierarchie SDH je synchronní transportní mód STM 1 o přenosové rychlosti 155,520 Mbit/s. Čtyřnásobkem vzniká STM 4 o přenosové rychlosti 622,080 Mbit/s a dalším čtyřnásobkem STM16 s přenosovou rychlostí 2 488,320 Mbit/s.

Protože při tvorbě STM 1 je potřebné přidávat k začleňovaným řádům PDH další informace (záhlaví cesty, ukazatel, záhlaví sekce, přídavné bity pro zajištění synchronizace), není přenosová rychlost STM 1 přímým násobkem příslušného řádu PDH.

SDH odstraňuje hlavní nevýhody PDH, a to nejednotnost (Evropský, USA, Japonsko) a nutnost postupného získávání nižšího přenosového řádu přes všechny vyšší řády (získání E1 např. z E4, přes E3 a E2). [7]

## 5 DIGITÁLNÍ SPOJOVACÍ POLE

Digitální spojovací pole propojuje digitální toky PDH. Předpokládejme tok hierarchie E1 o přenosové rychlosti 2,048 Mbit/s. Rámec PCM 1. řádu obsahuje 32 kanálových intervalů. Doba jednoho kanálového intervalu, který obsahuje jedno osmibitové slovo, je 3,9  $\mu$ s.

### **Digitální spojovací pole musí umožňovat:**

- směrovat sled osmibitových slov, přicházejících v určitém kanálovém intervalu vstupního multiplexu, do stejného kanálového intervalu libovolného výstupního multiplexu
- změnu kanálového intervalu neboli změny časové polohy při směrování sledu osmibitových slov ze vstupního multiplexu do libovolného výstupního multiplexu.

První z uvedených požadavků se řeší digitálním spojovacím polem prostorovým S (Space), druhý požadavek se realizuje časovým spojovacím polem T(Time).

Centrální digitální spojovací pole ústředny se dá realizovat buď použitím samotného časového pole T, nebo jako vícečlánekové pole. Jednotlivé články, řazené za sebou jsou tvořeny moduly T a S (např. tříčlánekové pole STS nebo TST). Samostatné pole S je z důvodu velkého vnitřního blokování pro řešení spojovacího pole ústředny nevyhovující. [20]

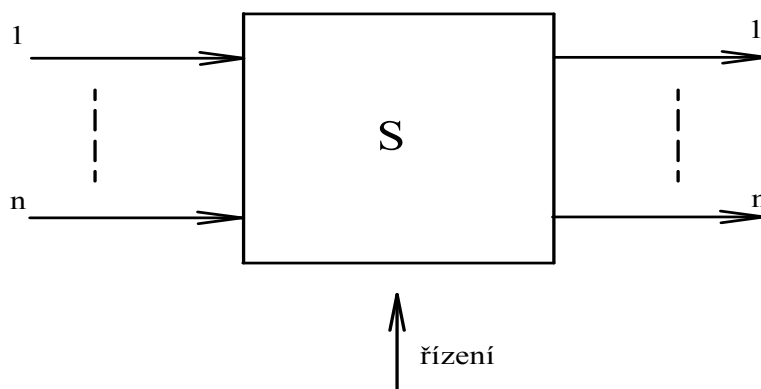
### **5.1 Spínače v digitálních spojovacích polích**

V digitálních spojovacích polích se používají tyto typy spínačů a to prostorový spínač S a časový spínač T a jejich kombinace.

#### **5.1.1 Spínač S (Space - prostorový)**

Jedním z typů spínačů pro číslicová spojovací pole je tzv. prostorový spínač, označovaný S. Jak vyplývá už z názvu tohoto spínače, tvoří jej elementární prostorové

křížové spojovací pole s  $n$  vstupy a  $n$  výstupy, s plnou dostupností jednotlivých vstupů na všechny výstupy, viz obr. 5-1.



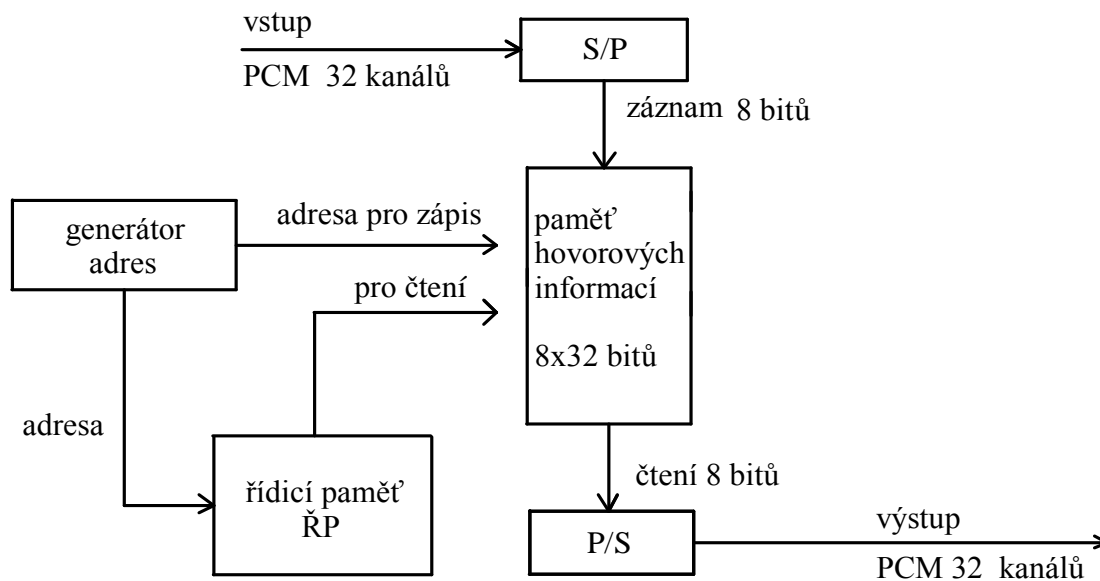
Obr. 5-1: Princip prostorového S spínače

Prostorový spínač tedy spojuje stejné kanály (ve stejné časové poloze). Z důvodu snížení pracovní rychlosti se realizuje s paralelním přenosem kanálové 8 bitové informace, čímž se požadavky na pracovní rychlost spínacích prvků sníží osminásobně. [19]

### 5.1.2 Spínač T (Time - časový)

Umožňuje změnu časové polohy, která se děje pomocí pamětí, do kterých se informace zapisuje a v jiném okamžiku čte.

Základem časového spínače je paměť hovoru PH o velikosti  $8 \times n$ , kde  $n$  je počet vstupních kanálů, které tento spínač zpracovává. U základního provedení pro spojování primárních 32 kanálových intervalů PCM bude  $n = 32$ , viz obr. 5-2. V praxi se však jeví výhodnější vytvářet tento spínač o větší kapacitě.



Obr. 5-2: Princip časového spínače T

Z blokového schéma dále vyplývá, že v základním T spínači je kromě paměti hovorů ještě stejně velká řídicí paměť ŘP, v níž jsou zaznamenány vztahy mezi vstupními a výstupními kanály ve spínači T, tj. vztah určující do které časové polohy má být přesunut každý jednotlivý vstupní kanál. Tato paměť má tedy kapacitu  $m \times n$ , kde  $m$  označuje počet bitů potřebných pro generování adresy, označujících řádek v paměti hovorů a  $n$  je počet kanálů, které daný časový spínač propojuje.

Paměť řídicích adres pracuje v různých režimech, podle zapojení příslušného T spínače ve spojovacím poli. Záznam do této paměti se zapisuje z externích řídicích obvodů, např. z řídicího mikropočítače. Záznam je trvalý a zůstává zachován po dobu sestavení spojení. Znamená to, že spínač T obsahuje obvykle ještě příslušné pomocné obvody pro zápis a čtení z paměti.

Pracuje-li spínač T v režimu, kdy se do paměti hovorů zapisují jednotlivé vstupní kanály po sobě tak, jak přicházejí, znamená to, že adresy pro záznam do této paměti musí být generovány generátorem cyklických adres, který postupně v každém okamžiku přidělení pro jednotlivý kanál adresuje jeden řádek paměti hovorů. V tomto okamžiku se přenesou 8 bitový vzorek ze vstupního sérioparalelního převodníku do příslušného řádku paměti a zapíše se. V této době jednoho kanálového intervalu tj. u 32 kanálového systému  $3,9\mu\text{s}$  je však současně nutné přečíst informaci z jiného řádku paměti a přenést ji do výstupního paralelně sériového převodníku.

Je tedy nutné v druhé polovině kanálového intervalu adresovat řídicí paměť, která generuje zapsanou adresu příslušného řádku v paměti hovoru a předá do převodníku. Tím je cyklus jednoho kanálového intervalu ukončen. Stejným způsobem se postupuje dále, až se zapíše a přečte informace pro všech  $n$  vstupních kanálů časového spínače. [17]

## 5.2 Výpočet velikosti hovorové paměti a paměti řízení

Základem časového spínače je paměť hovoru PH o velikosti  $8 \times n$ , kde  $n$  je počet vstupních kanálů, které tento spínač zpracovává. U základního provedení pro spojování primárních 32 kanálových multiplexů PCM bude  $n = 32$ .

Řídicí paměť ŘP, v níž jsou zaznamenány vztahy mezi vstupními a výstupními kanály v T spínači, tj. vztah určující do které časové polohy má být přesunut každý jednotlivý vstupní kanál. Tato paměť má tedy kapacitu  $m \times n$ , kde  $m$  označuje počet bitů, potřebných pro generování adresy, tudíž 5 bitů, označujících řádek v paměti hovoru a  $n$  je počet kanálů, které daný časový spínač propojuje, tj. 32 kanálů u hierarchie E1.[18]

**Výpočet velikostí paměti pro hierarchii E1** (celková rychlost 2048 kbit/s, 32 kanálů)

Paměť hovoru je  $8 \times n = 8 \times 32 = 256$  bitů

Řídicí paměť je  $m \times n = 5 \times 32 = 160$  bitů

**Výpočet velikosti paměti pro hierarchie E2** (E2 vznikne tak, že se čtyři E1 trakty multiplexují do jednoho, celková rychlost je 8448 kbit/s pro 128 kanálů)

Paměť hovoru je  $8 \times n = 8 \times 128 = 1024$  bitů

Řídicí paměť je  $m \times n = 7 \times 128 = 896$  bitů

## 5.3 Výpočet doby zápisu a čtení paměti

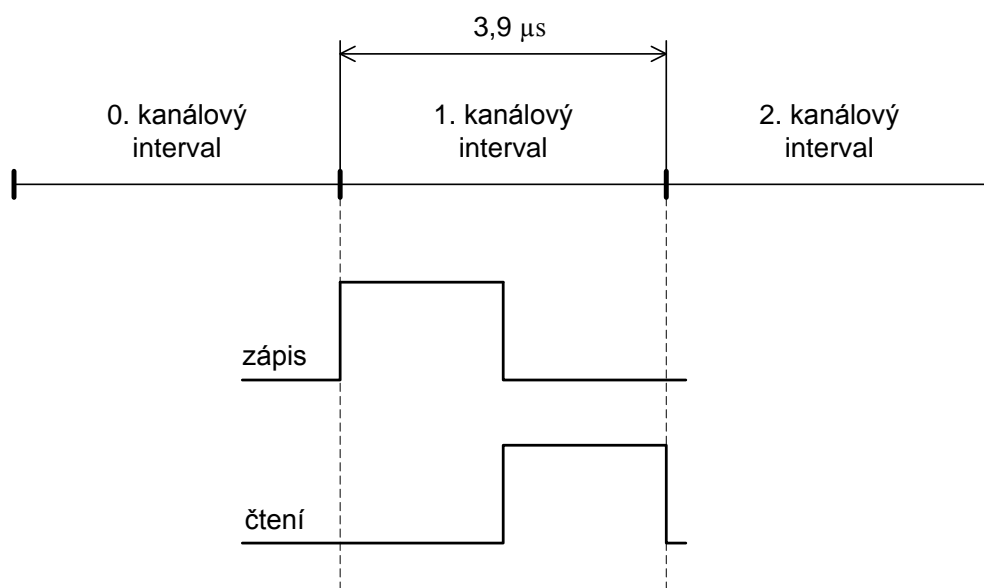
Velikost T spínače, a tím tedy i velikost paměti hovorů, závisí především na rychlosti, kterou může paměť pracovat. Při stoupajícím počtu vstupních kanálů rostou pochopitelně i požadavky na rychlost paměti. Jako příklad je možné uvést, že u běžného 32 kanálového systému PCM je doba potřebná pro zápis a následující čtení v paměti rovna době jednoho kanálu, cca 3,9  $\mu$ s. To znamená že doba čtení je 1,95  $\mu$ s a doba zápisu je také



1,95  $\mu$ s. Jestliže bude mít spínač T kapacitu 512 vstupních kanálů, znamená to, že tato doba bude muset být 16 kratší, tj. cca 0,25  $\mu$ s. Pracovní cyklus paměti musí být však dvojnásobný, protože v této době musí proběhnout jak zápis tak čtení.

Pro hierarchii E2 je doba kanálového intervalu 4x menší než u hierarchie E1. Tato doba  $t_{KI}$  se vypočítá doba trvání jednoho rámce děleno počtem kanálů:

$$t_{KI} = \frac{125 * 10^{-3}}{128} = 0,98 * 10^{-3} s \quad (3)$$



Obr. 5-3: Časové poměry v T spínači pro hierarchii E1

## 5.4 Možnosti řízení spínačů v číslicovém poli

Změnu libovolné časové polohy mezi příchozím a odchozím vedením lze dosáhnout těmito způsoby (podle řízení zápisu a čtení z paměti hovorů):

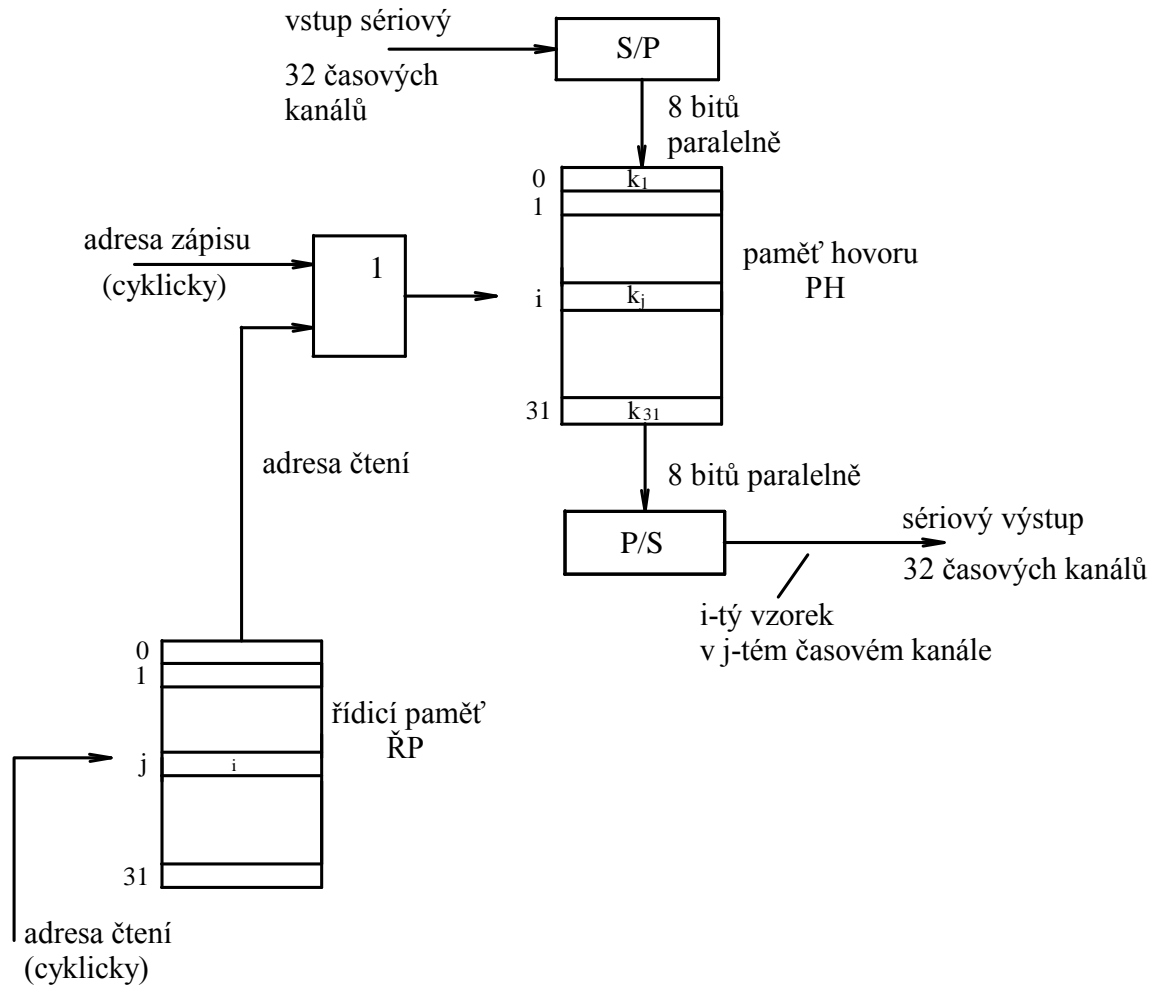
- **Cyklický zápis, řízené čtení** - zápis obsahu kanálového intervalu je prováděn v pořadí na příchozím vedení, čtení je řízeno z paměti spojení.
- **Řízený zápis, cyklické čtení** - v tomto případě je řízen zápis do paměti hovorů tak, aby při cyklickém čtení došlo k žádoucímu posunu obsahu kanálového intervalu z příchozího vedení do časové polohy odchozího vedení.

- **Řízený zápis, řízené čtení** - tento případ je kombinací dvou předchozích. Nepřináší nové možnosti, komplikuje řízení.
- **Cyklický zápis, cyklické čtení** - výsledkem je stejné posunutí všech kanálových intervalů příchozího a odchozího vedení. Nemá praktické využití.

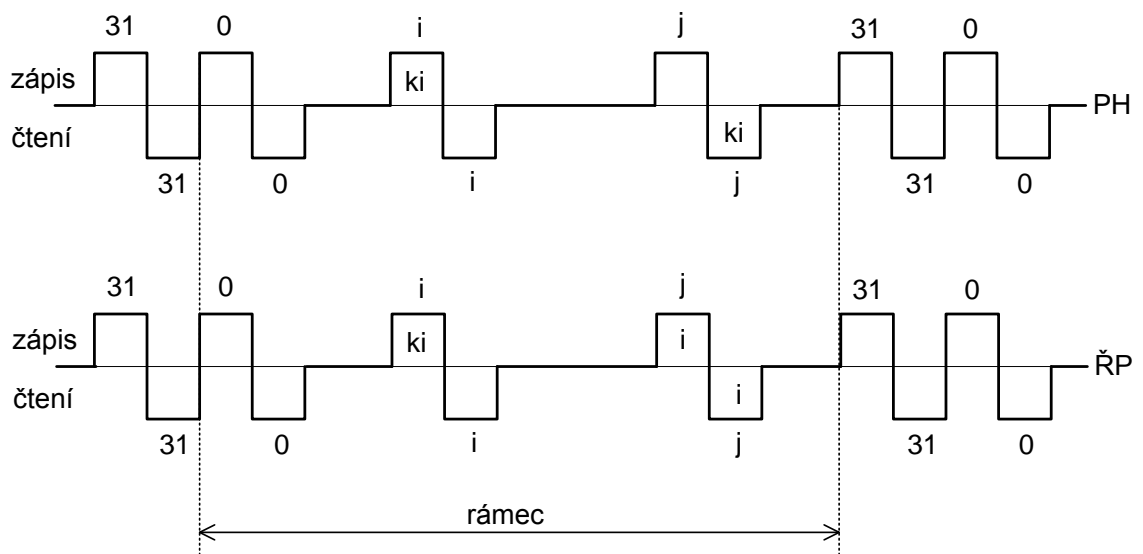
Z funkčních možností uvedených řešení plyne, že v praxi jsou opodstatněné první dva způsoby. První z nich se nazývá časový spínač s řízeným čtením a je označován  $T_R$  (Time read), druhý je časový spínač s řízeným zápisem, označován  $T_W$  (Time write).

#### 5.4.1 Popis spínače T s řízeným čtením

V časovém spínači s řízeným čtením  $T_R$  (viz. obr. 5-4) se do paměti hovorů PH zapisují informace v jednotlivých kanálových intervalech postupně, jak to odpovídá jejich časovým polohám na příchozím vedení, tj. do řádku  $i$  se zapíše obsah  $k_i$ . Synchronnost je zajištěna ze vstupního multiplexu, takže časová poloha je současně cyklickou adresou pro zápis do paměti hovorů. Během intervalu jedné časové polohy je třeba provést nejen zápis, ale i čtení. Je proto každý časový interval každé časové polohy rozdělen na dvě části, v nichž se postupně provádí zápis a čtení PH. Čtení z paměti hovorů PH je řízeno pamětí řízení ŘP. Zápis do této paměti je prováděn na začátku každého spojení a je zde po celou jeho dobu uchován. Zapisuje se adresa příchozího kanálu do místa odpovídajícího kanálovému intervalu, ve kterém bude obsah  $k_i$  vysílán na odchozím vedení. To je zajištěno cyklickým čtením z paměti spojení. V našem případě je v časovém úseku  $j$  přečtena adresa  $i$  a následně čtena informace  $k_i$  z paměti hovorů. Časový sled zápisu a čtení do PH a ŘP je graficky znázorněn na obr. 5-5. [17]



Obr. 5-4: Blokové schéma spínače T, typu  $T_r$

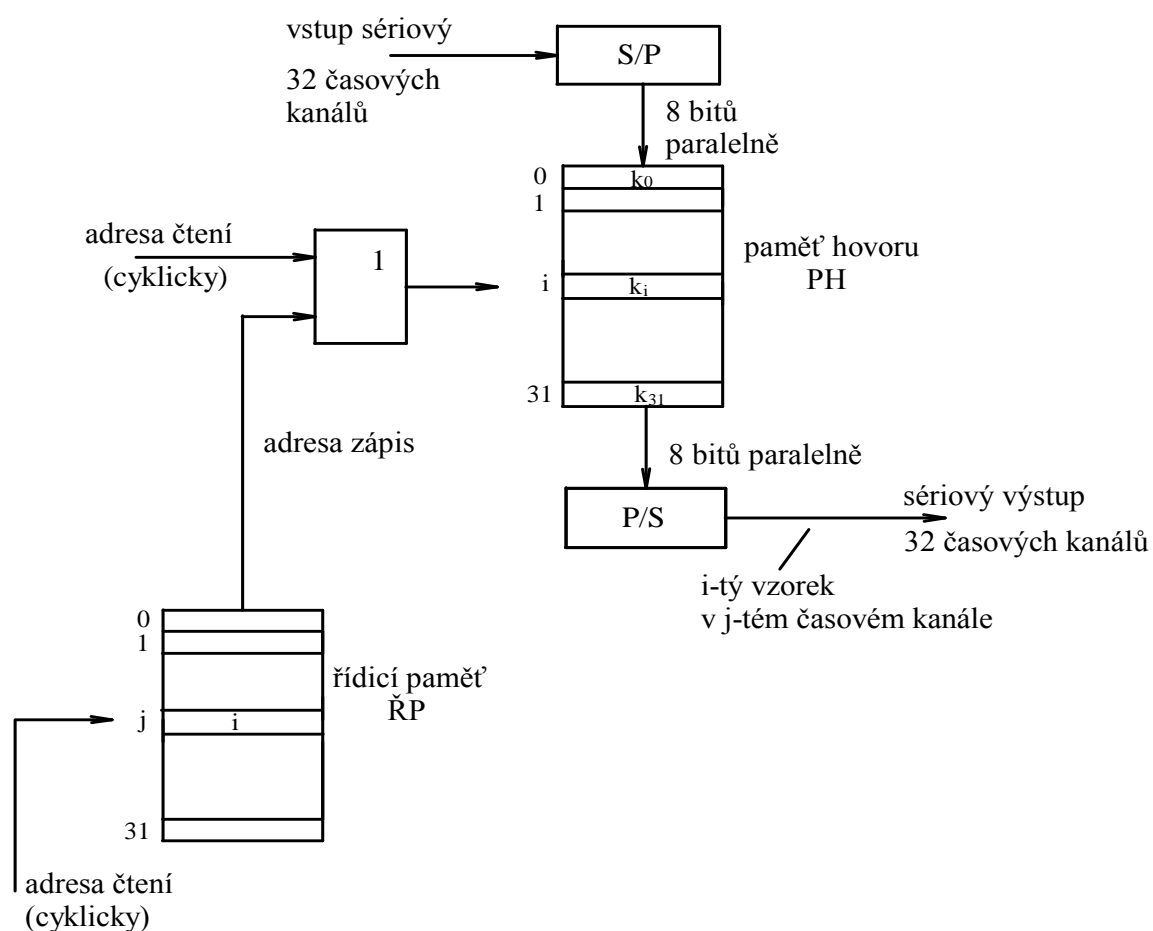


Obr. 5-5: Řízení spínače T typu  $T_R$

### 5.4.2 Popis spínače T s řízeným zápisem

Na obr. 5-6 je vyznačeno druhé zapojení tj. řízení ze vstupu - časový spínač s řízeným zápisem  $T_w$ . Zde je činnost opačná. Podle záznamu v řídicí paměti ŘP (níž v časové poloze  $j$  uvedena adresa vstupu  $i$ ) se řídí zápis do hovorové paměti PH. V této paměti se tedy již vzorek  $i$  objeví v řádku paměti odpovídající časové poloze  $j$ . Jestliže se potom tato paměť cyklicky čte, objeví se na jejím výstupu opět vzorek  $i$  v časové poloze  $j$ .

Vstupem rozumíme souhrn vodičů, které přivádějí do spojovacího pole hovorové vzorky (vysílané od účastníků nebo vedení), a výstupem párem na vstup spojovacího pole a přijímacím párem na výstup spojovacího pole. [17]



Obr. 5-6: Blokové schéma časového spínače T, typu  $T_w$

## 6 MOŽNOSTI ANIMACE

Pro navržení animace je možné využít různých programů, Adobe Flash, PowerPoint, Microsoft Silverlight atd. Já jsem použil program od společnosti Adobe. Jelikož technologie Flash udělala od roku 1996, kdy vznikla, značný pokrok. Nejčastěji bývá používána k vytváření animovaných bannerů nebo grafických záhlaví stránek, flashové animace a aplikace mohou být v oblasti webdesignu.

Významnou výhodou technologie Flash je možnost uložit hotovou aplikaci i jako spustitelný soubor a distribuovat ji tak i offline např. na CD-ROM.

Vektorovou grafikou se označuje jeden ze dvou hlavních způsobů ukládání dvourozměrných obrázků v elektronické podobě. Narozdíl od bitmapové grafiky, u které se obrázek skládá z jednotlivých bodů, vektorová grafika využívá k popisu obrázků přesně definovaných geometrických útvarů, jako jsou body, přímky, mnohoúhelníky a především křivky, jimiž je možné jednoduše popsat jakýkoliv tvar. K výhodám vektorové grafiky patří především možnost jakýchkoliv změn velikosti obrázku, aniž by to mělo vliv na jeho kvalitu. [10]

### 6.1 Využití flashových animací a aplikací

Nejjednodušším příkladem mohou být různá animovaná schémata, bannery apod. Flashová animace dokáže nahradit třeba deset obrázků, ať už je jejím úkolem vysvětlit funkci jakéhokoliv složitého systému nebo třeba představit nějaký produkt.

Flashové animace také dobře slouží k budování image a podpoře značky společnosti. Dříve používané elektronické vizitky dnes nahradily nejrůznější multimediální prezentace. Flashové aplikace dokáží přehrávat audio a streamované video. Výsledná multimédia pak mají mnohá využití:

- lze je umístit na specializovanou microsite
- mohou být přímo součástí webu
- bývají rozdávány vypálené na CD či DVD, např. na výstavách a veletrzích

Samostatnou kapitolou je využití technologie Flash k vytváření interaktivních her, ať už šířených online nebo opět na přenosných nosičích.

## **Přehrávání aplikací**

Flash aplikace se obvykle ukládá do formátu Shockwave, který lze přehrát několika způsoby. Nejčastěji je to přímo v prostředí webového prohlížeče. O spuštění se postará příslušný Shockwave plug-in nebo ActiveX modul, který je automatickou součástí Internet Exploreru, Netscape Navigatoru 4 i operačních systémů. Uživatelé ostatních prohlížečů mají při načítání stránky s Shockwave (Flash) animací možnost automatické instalace tohoto doplňku. Výhodou formátu Shockwave je jeho multiplatformnost. Je implementován v prohlížečích operačních systémů Windows, MacOS, Linuxu i Solarisu. Druhou možností je vytvoření samostatné aplikace, která se přehrává přímo v operačním systému bez použití webových prohlížečů (například prezentace).

## **Interaktivita**

Flash není pouze animační nástroj, ale disponuje rozsáhlými možnostmi integrace interaktivních elementů. Pomocí skriptů si ve Flashi můžete naprogramovat vlastní akce (spuštění či zastavení animace, skok na další animaci, provedení výpočtu, odeslání či načtení dat atd.) které se spustí při předem definované události (stisk tlačítka, klávesy, dosažení určitého políčka ve filmu atd.).

## **Vektorové animace**

Flash umožňuje dva druhy animací. U klasického postupu se používají sekvence klíčových snímků, které se rychle přehrávají a tím vzniká dojem pohybu. Snadnější je tzv. tweening, kdy se definují pouze základní klíčové snímky a zvolí se druh animace (změna tvaru, velikosti, barvy, průhlednosti, animace po křivce, apod.). Na rozdíl od konkurenčních produktů Flash i v případě animací používá vektorovou grafiku - výsledkem jsou tak extrémně malé soubory, jejichž přenos po Internetu i přes pomalé linky trvá několikanásobně kratší dobu. Navíc podpora streamingu zaručuje rychlé spuštění animace bez nutnosti nahrání celého souboru. Další výhodou vyplývající z použití vektorů je možnost libovolně měnit velikost animace bez viditelné ztráty kvality zobrazení. Většina multimediálních aplikací se neobejde bez zvuku, který však způsobuje značný nárůst objemu dat. Flash tento problém řeší pomocí kompresovaného zvukového formátu MP3 s podporou streamingu. [10]

## 6.2 Programy na tvorbu flash aplikací

### 6.2.1 Adobe Flash (Macromedia Flash)

Adobe Flash, dříve Macromedia Flash, je v současné době prozatímním standardem pro tvorbu interaktivních multimediálních animací pro web i pro přenosné paměťové zařízení. Díky použití vektorové grafiky jsou výsledné soubory velmi kompaktní a proto snadno a rychle přenositelné i přes Internet.

Aplikace vytvořená programem Macromedia Flash se obvykle ukládá do formátu Shockwave, který lze přehrát několika způsoby. Nejčastěji je to přímo v prostředí webového prohlížeče, o spuštění se postará příslušný Shockwave plug-in nebo ActiveX modul, který je automatickou součástí Internet Exploreru i operačních systémů Windows a MacOS. Druhou možností je vytvoření samostatné aplikace, která se přehrává přímo v operačním systému bez použití webových prohlížečů, tento postup se volí především při tvorbě multimediálních prezentací.

Exportní formát programu Flash je \*.swf (Shockwave), jehož specifikaci dala firma Macromedia veřejně k dispozici. Je tedy možné očekávat, že v blízké budoucnosti se objeví řada jiných programů s přímou podporou tohoto formátu. Kromě toho umí Flash exportovat animace také do formátu animated GIF, JAVA nebo AVI.

Nový Flash si poradí se soubory Adobe Photoshopu i Adobe Illustratoru, v obou lze vybírat z jednotlivých vrstev a import tak přizpůsobit konkrétním potřebám. Díky tomu se lze při vkládání grafiky do Flashe vyhnout nezbytnému exportu do jiných formátů a používat v prostředí Flashe přímo formáty, v nichž se grafické soubory obvykle vytváří.

[14]

### 6.2.2 Swift 3D

Swift 3D společnosti Electric Rain je především 3D modeler a svým způsobem také kompoziční software se zaměřením na přípravu webových 3D Flash animací a jejich integraci v rámci dalšího zpracování v Adobe Flash. Jedná se o samostatnou aplikaci pro Windows i Mac OS X, kombinující relativně jednoduchý 3D modelovací editor s editorem animací a různými světelnými efekty, jehož úkolem a současně i specializací je již zmíněná spolupráce s Adobe Flash a integrace 3D objektů do Flash animací či Flash videa.

Swift3D je velmi zajímavý pro vývojáře a designéry Flash animací a komplexních Flash projektů. Jelikož výstupem ze Swift3D totiž může být jak vektorová, tak i bitmapová "políčková" animace s různými obrysovými efekty, které například simulují různé komiksově či ručně kreslené animace. Díky technologii SmartLayer (využívá se především průhlednost pozadí objektů a přesné ořezy jejich okrajů) umí Swift3D poměrně významně redukovat výslednou velikost animace i objektů na scéně, což je současně jeden z největších kladů programu. [13]

### **6.2.3 Microsoft Silverlight**

Obdobně jako Adobe i společnost Microsoft uvedla na trh aplikaci pracující jak s technologií Flash, tak i online videem. Microsoft Silverlight je totiž publikační platformou, určenou pro online dynamický obsah (prezentace, aplikace), kombinující například text, vektorovou a bitmapovou grafiku, animace či video, který je dostupný na různých operačních platformách. Hlavními vývojářskými nástroji pro Silverlight obsah jsou přitom sada nástrojů Microsoft Expression Studio (design) a dále Microsoft Visual Studio (programování).

Novinkou je především Silverlight Pluton umožňující přehrávání daného typu obsahu ve většině současných významných webových prohlížečů (Internet Explorer, Firefox, Safari) na platformách Windows (XP/Vista) a Mac OS X (Linux zatím chybí). Vývojáři mohou k vývoji aplikací pro Silverlight užívat Visual Studio a nástroje Expression Encodera 1.0, dříve známé jako Expression média Encoder, pro kódování a publikaci multimediálního obsahu na Silverlightu.

Klíčová je zde podpora technologie WMV (Windows Media Video), což je implementace kodeku VC-1 podle Microsoftu. Její nasazení by mělo zajistit širokou kompatibilitu a možnosti použití i mimo svět osobních počítačů, například na zařízeních, jako je Xbox 360 či Microsoft Zune. [16]

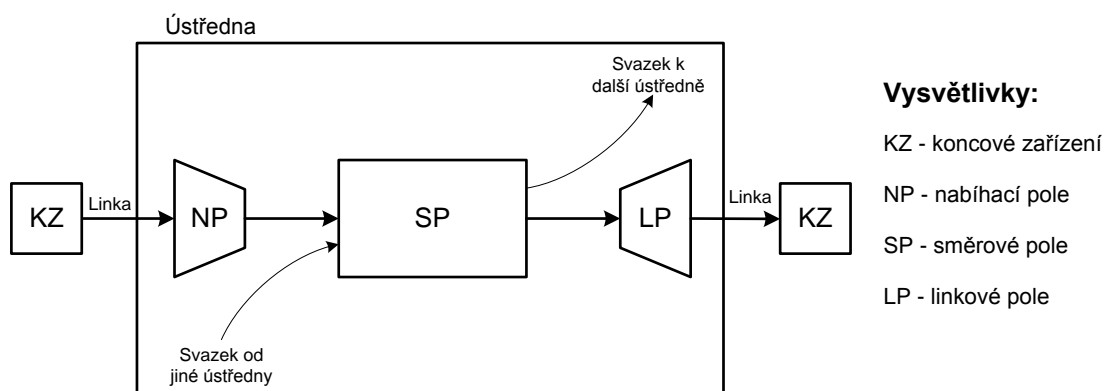


## 7 ANIMACE SPOJOVACÍHO POLE

K Animaci spojovacího pole jsem využil program Adobe Flash. Pomocí tohoto programu jsem nakreslil spojovací pole, které je složeno ze čtyř T spínačů a ovládání je naprogramováno pomocí skriptu, který je součástí Adobe Flash. Z funkčního hlediska je spojovací pole součástí spojovacího řetězce.

### 7.1 Části spojovacího řetězce

Na obr. 7-1 je znázorněno schéma spojovacího řetězce, které se skládá z jedné ústředny z hlediska spojovacích systémů. Koncová zařízení jsou připojena na koncovou ústřednu.



Obr. 7-1: Schéma spojovacího řetězce

### Spojovací pole

Je výkonnou částí spojovacího zařízení. Je místem, kde dochází k dočasnému propojování příchoďů (vstupů) s východy (výstupy). Realizují se v něm požadavky aktivního účastníka o směru a cíli spojení. Může být realizováno na několika principech oddělení jednotlivých okruhů i různými spínači. Důležitou roli sehrává i jeho struktura, která ovlivňuje kvalitativní i kvantitativní parametry celého spojovacího zařízení ve smyslu jeho chápání jako obsluhového systému. [7]

### Koncová zařízení

Koncová zařízení jsou připojena na koncovou ústřednu. Každá ústředna obsahuje spojovací pole a zařízení. Zařízení je tvořeno řídicími jednotkami, jejichž program slouží k vykonávání funkcí, vyvolaných příslušnými řídicími značkami. Hlavními částmi řídicích jednotek jsou přijímače a vysílače řídicích značek (V/V část), paměti a část, realizující

samotnou funkci (program). Program může být uložen v obvodech – řízení s pevnou logikou, nebo v pamětech – programové řízení s pevnou logikou. To je realizováno obvody s logickými prvky a změnu funkce je možné dosáhnout pouze změnou těchto obvodů. Součástí programového řízení jsou procesory (mikroprocesory) a změnu funkce lze dosáhnout změnou programového vybavení.

### **Nabíhací pole**

Je zařazeno na začátku celého spojovacího řetězu, případně v místech koncentrace řídicích jednotek. V takovémto spojovacím poli se provádí pouze hledání volného a dostupného východu.

### **Linkové pole**

Je vlastně zrcadlovým obrazem nabíhacího pole, protože na příchodech jsou zapojeny společné a na východech individuální okruhy (linky) podle čehož se mu říká linkové pole LP. Má podobnou funkci jako pole směrové, protože na výstupu je několik směrů s tím rozdílem, že v těchto směrech je pouze jeden okruh. Dostupnost tohoto pole musí být proto úplná. Provádí se v něm směrování a zkoušení. Výjimečně se i u LP vyskytuje v jednom směru několik okruhů, na kterých se místo zkoušení provádí hledání jako u směrového pole.

## **7.2 Signalizace mezi KZ a ústřednou**

Řídící signalizace mezi KZ a ústřednou tvoří vnější řízení (účastnická signalizace), v ústředně se jedná o ústřednovou signalizaci a mezi ústřednami o vnější (síťovou) signalizaci. Nezbytný program každé ústředny je tvořen funkcemi pro sestavování spojení, jeho udržení a rozpojení. Na obr. 7-2 je vývojový diagram činností každé ústředny. Ta jsou prováděna na základě vnější, tj. účastnické signalizace:

#### **volání ústředny**

- hledání volné spojovací cesty (spojnice)
- obsazení volajícího
- oznamovací tón – není nezbytně nutný

#### **účastnická volba**

- směrování (určení skupiny (jednoho) východů v žádaném směru)
- zkoušení nebo hledání

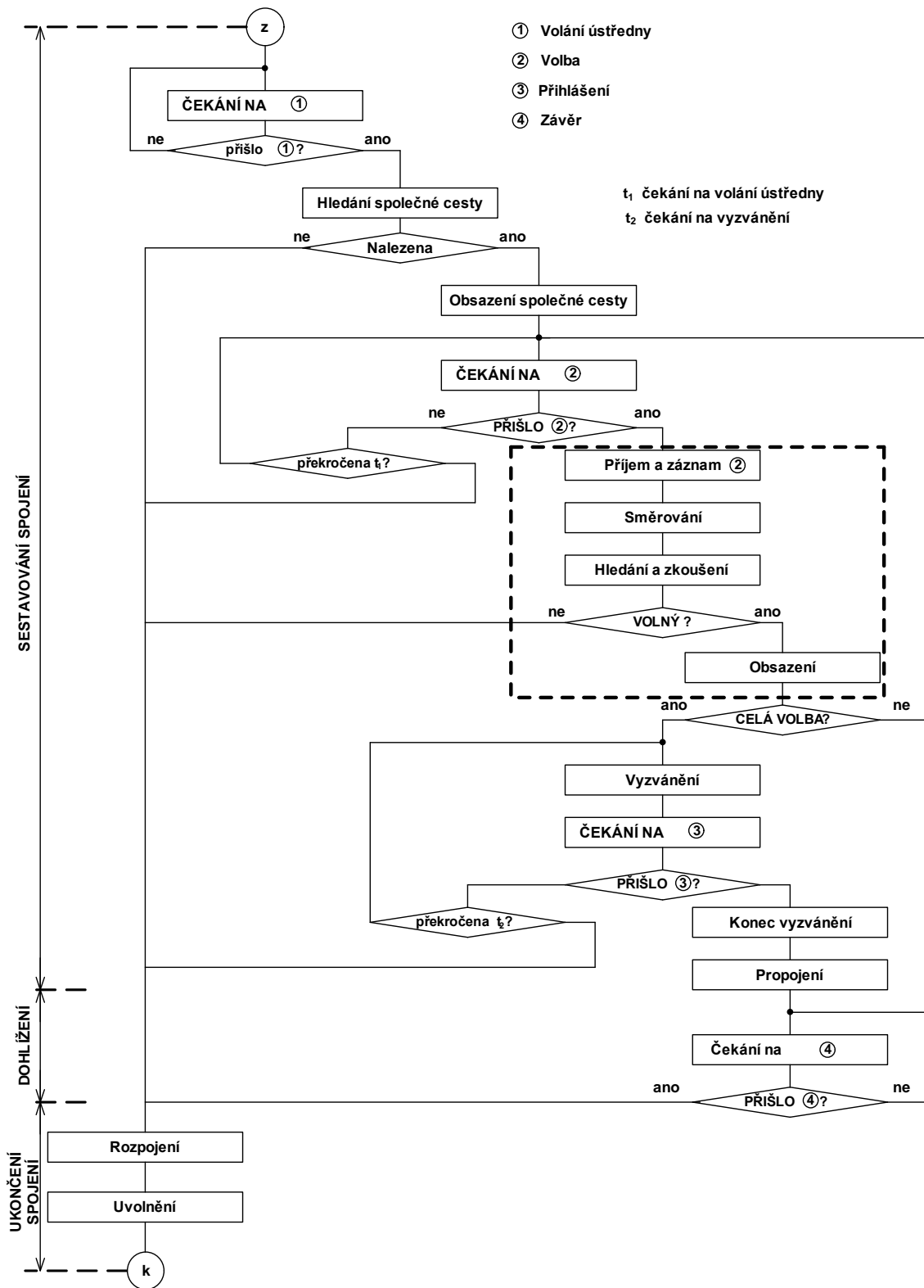
- a) v případě zjištění stavu „obsazeno“ sdílení tohoto stavu volajícímú (obsazovací tón), uvolnění, rozpojení
- b) v případě zjištění stavu volno – obsazení spojnice, propojení ve spojovacím poli

**vyzvánění (volání volaného)** - prováděno automaticky

**přihlášení volaného** - definitivní propojení celé cesty, (začátek tarifování)

**dohlžení** - očekávání signalizace „závěr“ (volajícího nebo volaného)

**závěr volajícího, volaného** - rozpojení, uvolnění – (konec tarifování) [26]



Obr. 7-2: Vývojový diagram činnosti ústředny

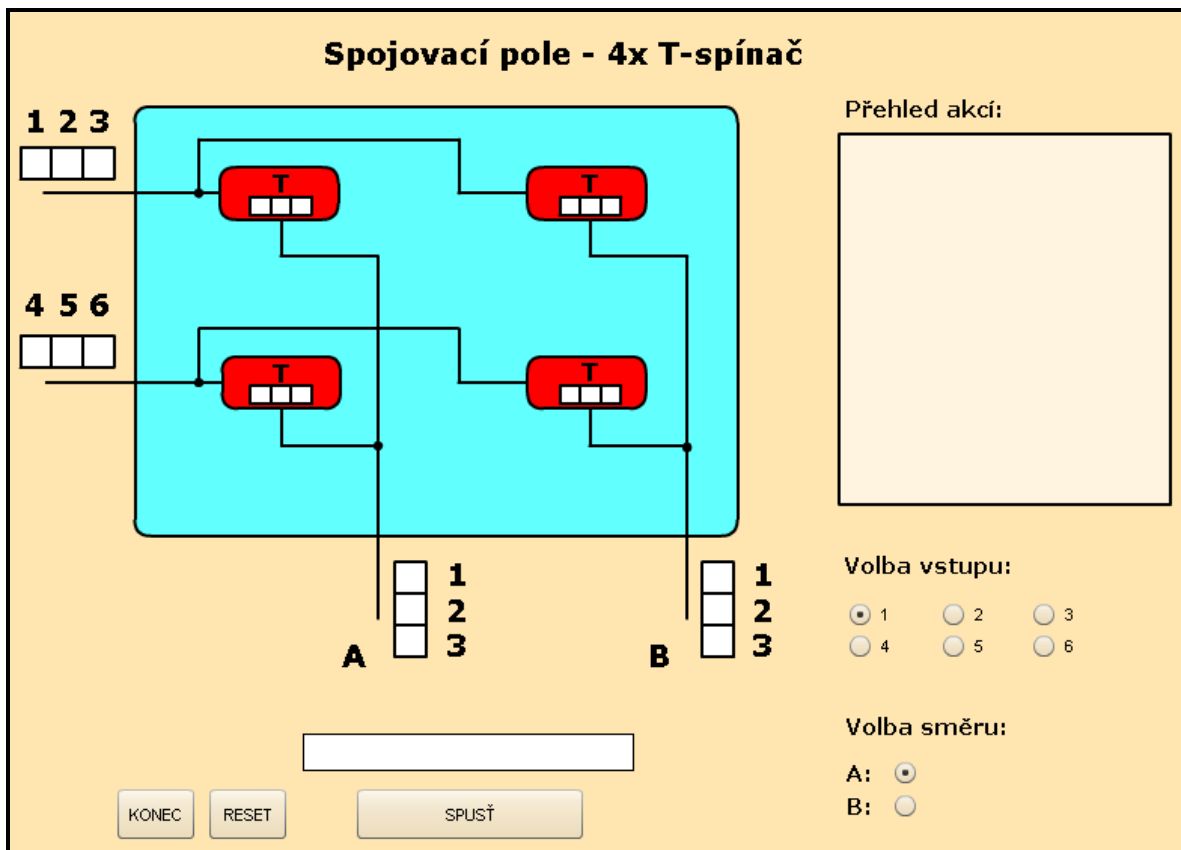
Animace znázorňuje činnosti ve směrovém poli, tak jak popisuje vývojový diagram činnosti ústředny viz obr. 7-2. Na tomto diagramu je znázorněna tlustou přerušovanou čarou ta část, která se týká vytvořené animace. Pro spojení vstupu s výstupem probíhá několik činností ve směrovém poli. Tyto činnosti jsou:

- Obsazení vstupu
- Směrování
- Hledání
- Obsazení výstupu

Všechny tyto činnosti jsou v animaci znázorněny. Obsazení výstupu se provádí buď náhodně nebo hierarchicky od začátku podle obsazenosti výstupního směru. V průběhu spojení se může stát, že kterýkoliv směr může být již obsazen. Je třeba o tom informovat volajícího účastníka obsazovací tónem. Tato výjimka je v animaci zohledněna.

### **7.3 Návod k používání animace**

Při spuštění animace se zobrazí ve středu okna směrovací pole se čtyřmi T spínači, které propojují vstupy a výstupy. Vstupy jsou označeny číslicemi 1-6 a výstupy písmeny A a B. Pro start animace je zde vytvořeno tlačítko označené nápisem SPUSŤ. Další tlačítka RESET a KONEC slouží pro restartování animace a pro její ukončení. Nad tlačítkem SPUSŤ je vloženo textové pole, ve kterém se zobrazuje uskutečněný výběr spojení. V pravém horním rohu okna je tabulka znázorňující činnosti prováděné při spojení. Pod touto tabulkou je nabídka výběru vstupů a výstupů, viz obr. 7-3.



Obr. 7-3: Náhled animace

Animace se ovládá pomocí výběrových polí a tlačítek. Prvním krokem je volba obsazení vstupu. Výběr je z možnosti 1-6. Dále zvolíme směr, ve kterém bude spojení probíhat. Zobrazení spojení vybrané volby se provede po zmáčknutí tlačítka SPUŠŤ. Po zmáčknutí tlačítka je barevně obsazen vstup, který byl vybrán. Z tohoto vstupu jsou vyslány kanálové intervaly do obou T spínačů. Kanálový interval je v animaci představován zeleným čtverečkem. Po obsazení obou T spínačů se podle počátečního výběru provede volba směru. Volba směru je v animaci znázorněna blikáním kruhu okolo vybraného směru, tj. A nebo B. Do tohoto směru je poté kanálový interval vyslán. Tato fáze je v animaci popsána jako směřování. Dále probíhá hledání volného výstupu v daném směru. V animaci je použit systém náhodného obsazování výstupu. Tohoto jsem docílil pomocí funkce generace náhodného čísla. Toto číslo jsem omezil na interval 1 až 3, jelikož v každém směru se vyskytují tři výstupy. Po jeho nalezení je výstup obsazen, což je znázorněno zaškrtnutím barevného pole. Pro snazší orientaci jsou v animaci barevně sjednocena daná spojení. Pokud uživatel vybere již obsazený vstup, je o této situaci informován v textovém poli větou „Vstup již obsazen, zvolte jiný“. Také může nastat situace kdy jsou již všechny výstupy obsazené. V tomto případě nás animace upozorní

větou „Směr je již obsazen“ a je nutné vybrat jiný směr. Pro restartování celé animace, např. z důvodu plného obsazení, ji lze restartovat tlačítkem RESTART. Ukončení celé animace je možné tlačítkem KONEC.

## ZÁVĚR

V této diplomové práci jsem vytvořil přehled pamětí ve sdělovací technice a vyčlenil jejich základní rozdělení na paměti vnitřní a vnější. Dále byly paměti rozděleny podle toho, jestli k uchování informace potřebují či nepotřebují napájení a uvedl jsem paměti, které se používají v ústřednách.

Další část práce se zabývá popisem časového T spínače, jeho vlastnostmi a způsoby, kterými je řízen. Spínač T má plnou dostupnost, to znamená, že jím lze propojit kterýkoliv příchod (kanálový interval, časovou polohu) s kterýmkoliv východem (kanálovým intervalem, časovou polohou). Články tvořené ze spínačů T mohou mít rovněž plnou dostupnost a lze výhradně z nich vytvořit samostatné spojovací pole. Je realizován paměti, ve které je informace kanálového intervalu příchozího vedení uchována do doby jejího vyslání na výstupním vedení v požadovaném kanálovém intervalu, maximálně na dobu jednoho rámce časového multiplexu.

Časové spínače se realizují polovodičovými pamětmi RWM. Základem spínače je paměť hovoru PH, do které se ukládají osmibitová slova vstupního multiplexu. Její kapacita je dána  $8 \times n$ , kde  $n$  je počet vstupních kanálů, které tento spínač zpracovává. U základního provedení pro spojování primárních 32 kanálových multiplexů PCM je  $n = 32$ .

Vypočítal jsem paměť hovoru na 256 bitů, tedy  $8 \times n = 8 \times 32$  pro E1 a pro E2 je tato paměť velká 1024 bitů.

Řídící paměť ŘP má kapacitu  $m \times n$ , kde  $m$  označuje počet bitů potřebných pro generování adres, tudíž 5 bitů pro 32 kanálů, označujících řádek v paměti hovoru a  $n$  je počet kanálů, které daný časový spínač propojuje, tj. 32 kanálů pro hierarchii E1.

Řídící paměť je  $m \times n = 5 \times 32 = 160$  bitů pro E1 a pro E2 je to 896 bitů.

Dále jsem pro paměti vypočítal doby jejich čtení a zápisu. U běžného 32 kanálového systému PCM je doba potřebná pro zápis a následující čtení v paměti rovna době jednoho kanálu, tj. cca 3,9  $\mu$ s. Tato zjištěná hodnota nám určuje potřebný čas pro čtení i zápis do paměti, proto je doba čtení 1,95  $\mu$ s a doba zápisu je také 1,95  $\mu$ s. U hierarchie E2 je tato doba trvání jednoho kanálu 0,98  $\mu$ s, což je cca 4x kratší doba než u hierarchie E1.

Pro časový spínač jsem dále popsal nejčastější způsoby jeho řízení, a to spínač s řízeným čtením  $T_R$  (viz obr. 5-4) a spínač s řízeným zápisem  $T_W$  (viz obr. 5-6). U spínače s



řízeným čtením se do paměti hovorů PH zapisují informace v jednotlivých kanálových intervalech KI postupně, tak jak to odpovídá jejich časovým polohám na příchozím vedení. Podle záznamu v řídicí paměti ŘP se řídí čtení z hovorové paměti PH.

Na obr. 5-6 je vyznačeno druhé zapojení, tj. řízení ze vstupu - časový spínač s řízeným zápisem  $T_w$ . Zde je činnost opačná. Podle záznamu v řídicí paměti ŘP se řídí zápis do hovorové paměti PH.

Výsledkem práce je vytvoření animace digitálního spojovacího pole, resp. směrového pole. Směrové pole se skládá ze čtyř T spínačů. Díky tomuto počtu spínačů vznikají dvě vstupní a dvě výstupní vedení. Zápis do hovorové paměti a následné čtení je prováděno postupně podle jednotlivých timeslotů. Obr. 7-2 znázorňuje jednotlivé kroky při vnitřním spojování v ústředně. Animace se týká pouze vyznačené části viz obr. 7-2 a to činností směrového pole. Ve směrovém poli probíhá obsazení vstupu, směrování, hledání a obsazení vybraného směru. Všechny tyto činnosti jsou v animaci znázorněny.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] PRAGER, E. , TRNKA, L. *Elektronické telefonní ústředny*. Praha: Dopravy a spojů, 1972. 451 s.
- [2] STRNAD, L. *Digitální spojovací a integrované sítě*. Praha: NADAS, 1985. ISBN 80-01-01482-7.
- [3] KAPOUN, V. *Digitální ústředny*. Brno: FEI VUT, 1998. ISBN 80-214-1731-5.
- [4] RUKOVANSKÝ, I. *Číslicové počítače I*. Praha: SNTL, 1982. 138 s.
- [5] JIRÁČEK, M. *Optické diskové paměti*. Praha: GradaPublishing, 2001. 152 s.
- [6] STRNAD, L. *Elektronické spojovací systémy*. Praha: NADAS, 1987. 370 s.
- [7] KAPOUN, V. *Přístupové a transportní sítě*. Brno: FEI VUT, 1999. ISBN 80-214-1465-0.
- [8] KUČERKA, D. *Paměti ve sdělovací technice*. Brno: VUT, 2007. 48 s.
- [9] HORÁK, J. *Učebnice Hardware pro pokročilé*. Praha: SNTL, 2003. ISBN: 80-251-1741-3.
- [10] ADAPTIC s.r.o. *Flashové animace a aplikace, multimedia* [online]. 2005 [cit. 2008-04-21]. URL: <<http://www.adaptic.cz/zlepsit-web/flashove-animace-aplikace-multimedia.htm>>.
- [11] SEDLÁČEK, R. *Na trh přicházejí holografické disky* [online]. 2007 [cit. 2008-04-21]. URL: <<http://itbiz.cz/holograficke-disky-hdv>>.
- [12] NÝVLT, V. *Holografický disk s gigantickou kapacitou* [online]. 2007 [cit. 2008-04-15]. URL: <[http://technet.idnes.cz/holograficky-disk-s-gigantickou-kapacitou-65-dvd-na-jedne-placce-p74-/hardware.asp?c=A070320\\_111031\\_hardware\\_NYV](http://technet.idnes.cz/holograficky-disk-s-gigantickou-kapacitou-65-dvd-na-jedne-placce-p74-/hardware.asp?c=A070320_111031_hardware_NYV)>.
- [13] NĚMEC, L. *Electric Rain Swift3D* [online]. 2007 [cit. 2008-04-15]. URL: <<http://www.grafika.cz/art/webdesign/swift3d.html>>.

- [14] VOSTRÝ, P. *Adobe Flash CS3 - Interaktivita na dosah ruky* [online]. 2007 [cit. 2008-04-15]. URL: <[http://www.pcworld.cz/pcw.nsf/software/adobe\\_flash\\_cs3\\_interaktivita\\_na\\_dosah\\_ruky](http://www.pcworld.cz/pcw.nsf/software/adobe_flash_cs3_interaktivita_na_dosah_ruky)>.
- [15] SOFTEX. *Paměti RAM* [online]. 2004 [cit. 2008-04-26]. URL: <<http://kurz.softex.cz/lexikon/ram.html>>.
- [16] KREJČÍ, M. *Microsoft uvedl Silverlight* [online]. [cit. 2007-11-10]. URL: <<http://www.grafika.cz/art/webdesign/silverlight10.html>>.
- [17] PRAGER, E. *Číslicová spojovací pole*. Praha:NADAS, 1988. 283 s.
- [18] VOZŇÁK, M. *Spojovací soustavy* [online]. 2001 [cit. 2008-01-10]. URL: <[http://www.homel.vsb.cz/~voz29/ss/ss\\_07p.pdf](http://www.homel.vsb.cz/~voz29/ss/ss_07p.pdf)>.
- [19] LOJÍK, V. *Spojovací systémy II*. Praha:ČVUT, 1989. 232 s.
- [20] SVOBODA, J. *Telekomunikační technika II*. Praha: Hüthig&Beneš, 1999. ISBN 80-901936-4-1.
- [21] PELIKÁN, J. *Vnitřní paměti* [online]. 1999 [cit. 2008-01-10]. URL: <<http://www.fi.muni.cz/usr/pelikan/ARCHIT/TEXTY/INTPAM.HTML>>.
- [22] HORČÍK, Z. *Intel a paměti Flash* [online]. 2003 [cit. 2008-04-15]. URL: <<http://noel.feld.cvut.cz/vyu/scs/prezentace2003/Flash-Intel/>>.
- [23] ŠINDELKA, P. *Vnitřní paměti a jejich rozdělení* [online]. 2002 [cit. 2008-02-22]. URL: <<http://sindelka.jinak.cz/panska/materialy/teorie/t5.html>>.
- [24] BLU-RAY DISC ASSOCIATION. *What is blue ray disk* [online]. 2008 [cit. 2008-04-22] URL: <<http://www.blu-raydisc.info/WhatsBlu-ray/blu-ray.htm>>.
- [25] PELIKÁN, J. *CD mechaniky* [online]. 1999 [cit. 2008-01-10]. URL: <<http://www.fi.muni.cz/usr/pelikan/ARCHIT/TEXTY/CDROM.HTML>>.
- [26] KAPOUN, V., ŠILHAVÝ, P., FIALA, V. *Spojovací a informační systémy*. Brno: UTKO VUT, 2008. 81s.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1-1: Struktura vnitřní paměti .....	23
Obr. 1-2: Realizace buňky paměti ROM pomocí polovodičové diody .....	25
Obr. 1-3: Realizace paměťové buňky ROM pomocí tranzistoru v technologii TTL .....	26
Obr. 1-4: Realizace paměťové buňky PROM pomocí diody .....	27
Obr. 1-5: Realizace paměťové buňky PROM pomocí multiemitorových tranzistorů.....	28
Obr. 1-6: Realizace jedné buňky SRAM v technologii MOS .....	30
Obr. 1-7: Realizace jedné buňky paměti SRAM v technologii TTL.....	31
Obr. 1-8: Realizace jedné buňky paměti DRAM v technologii TTL .....	32
Obr. 4-1: Rámec PCM 1. řádu.....	41
Obr. 4-2: Rámec hierarchie E1 .....	41
Obr. 4-3: Multirámec PCM 1. řádu .....	42
Obr. 5-1: Princip prostorového S spínače.....	46
Obr. 5-2: Princip časového spínače T.....	47
Obr. 5-3: Časové poměry v T spínači pro hierarchii E1.....	49
Obr. 5-4: Blokové schéma spínače T, typu $T_r$ .....	51
Obr. 5-6: Blokové schéma časového spínače T, typu $T_w$ .....	52
Obr. 7-1: Schéma spojovacího řetězce .....	57
Obr. 7-2: Vývojový diagram činnosti ústředny .....	60
Obr. 7-3: Náhled animace.....	62

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1-1: Vliv otáček na možné přístupové době.....	18
Tab. 1-2: Rozměry pevných disků.....	18
Tab. 1-3: Přehled ve kterém modulu byly jaké typy RAM paměti .....	33
Tab. 1-4: Základní parametry paměťových modulů.....	34
Tab. 4-1: Hierarchické stupně PDH .....	43

## **Příloha A      Obsah přiloženého CD**

DP – elektronický text diplomové práce ve formátu pdf

Flash animace:

*Spojovací pole fla* – zdrojový soubor animace digitálního spojovacího pole

*Spojovací pole.exe* – animace digitálního spojovacího pole

Výše uvedená animace byla vytvořena programem *Adobe Flash Professional CS3*.

Adobe Flash Professional CS3 [cit. 2008-05-10] dostupný z WWW  
<<http://adobe.digitalmedia.cz/produkty/adobe-flash/trial.aspx>>.

Na této adrese se nachází plně funkční zkušební verze, u které je doba používání omezena na 30 dní po instalaci.