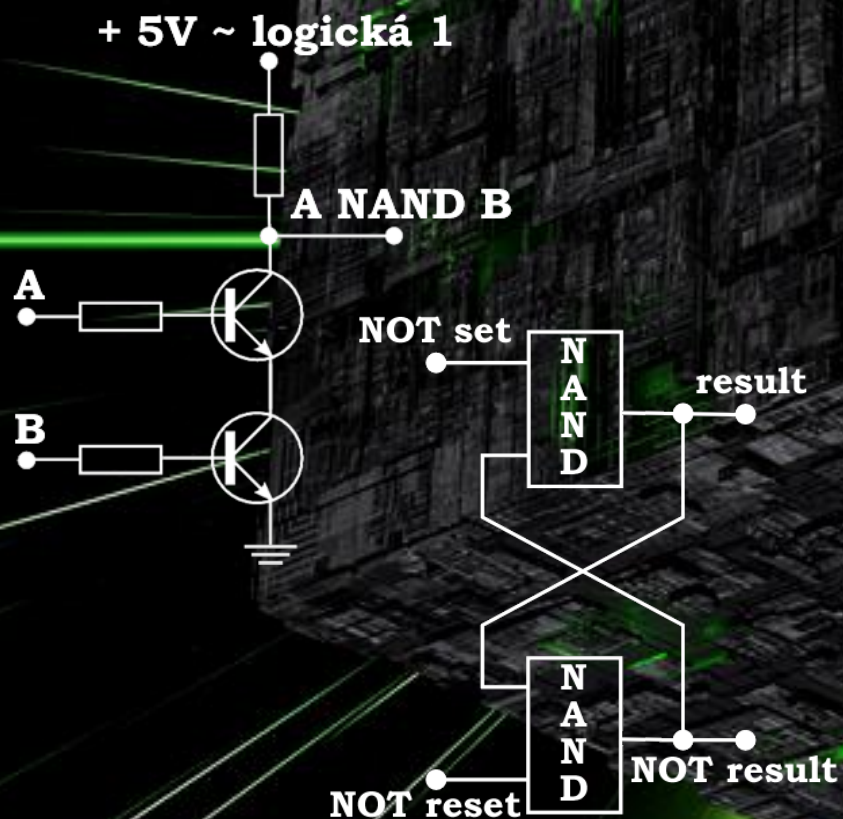


Principy počítačů

Historie



Martin Urza

Co je cílem tohoto kurzu?

- Kurz by měl osvětlit, co je to vlastně počítač, že se nejedná pouze o PC, a vysvětlit, čím se jednotlivé druhy počítačů odlišují.
- Posluchač by měl získat (sice povrchní, nicméně ucelenou) představu o tom, jakým způsobem fungují počítače, zejména pak výše zmiňovaná PC.
- Pro lepší pochopení širších souvislostí bude první přednáška věnována pohledu do historie.
- Kurz bude končit ryze praktickou částí, která bude spočívat ve zužitkování získaných teoretických znalostí při řešení konkrétních problémů (různých variací na téma „rozbil se mi počítač, co mám dělat“).

Jak se něco (zajímavého) naučit?

- Jsou dva přístupy ke studiu: povrchní a hloubkový.
 - Povrchní přístup je biflování, což je k ničemu, protože:
 - Výsledný efekt je veškerý žádný, jen ztracený čas.
 - Ke zkoušení/písemce můžete mít veškeré materiály.
 - Hloubkový přístup je pochopení, které má tyto výhody:
 - Není to taková nuda jako učení z paměti.
 - Může to k něčemu být, například si „opravíte počítač“.
 - **Jste schopni eliminovat nesmyslné informace, kterých jsou na světě mraky!!**
 - Člověk, který nic nechápe a pouze si věci zapamatovává, nemá šanci poznat informaci, která si (ne na první pohled) odporuje s ostatními znalostmi.
 - Písemka/zkoušení bude zkoumat souvislosti, ne fakta.





Turingův stroj a algoritmus

- Vágně lze popsat algoritmus jako pracovní postup.
 - Intuitivně cítíme, že recept na jídlo není algoritmus.
- Alan Mathison Turing navrhl roku 1936 **teoretický výpočetní model** Turingův stroj.
 - Turingův stroj nebyl (ani neměl být) fyzicky sestaven.
 - Přesto je Turingův stroj jedním z pilířů informatiky.
 - Definice algoritmu: **Algoritmus je každý postup, který lze popsat Turingovým strojem.**
 - Definice přesně odpovídá lidskému intuitivnímu pojetí.
 - Díky této definici lze o algoritmech formálně dokazovat mnoho věcí (například že neexistuje algoritmus, který by mohl říkat cokoliv „zajímavého“ o jiných algoritmech).

Co předcházelo počítačům



- Před 5000 lety vznikl Abakus, první předmět, který pomáhal v počítání. Sám nic nepočítal, jen uživateli pomáhal se „zapamatováním mezivýsledků“. Jeho paměť tvořily kamínky („calculi“), z čehož vzniklo slovo kalkulovat (a kalkulačka).
 - Žádný exemplář se pochopitelně z té doby nedochoval.
- Roku 1614 vymyslel John Napier logaritmické tabulky (což časem vyústilo v logaritmická pravítka), sloužily k rychlejšímu násobení a dělení, které lze pomocí logaritmů převést na sčítání a odčítání.
- **Abakus ani logaritmické tabulky nejsou počítače, protože počítání je stále ponecháno na lidech!!**

První počítač



- Roku 1642 vyrobil (devatenáctiletý) Blaise Pascal první počítač (čistě mechanický), aby pomohl svému otci (daňovému úředníkovi) se zpracováním velkého množství finančních dat. První počítač na světě nesl jméno Pascalina a pracoval v desítkové soustavě.
- Tento počítač (jiným názvem Arithmetique) se těšil obrovské oblibě, což vedlo Pascala k jeho vylepšování po dalších sedm let (během těch vyrobil cca 50 kusů).
- V roce 1649 udělil Ludvík XIV (s ohledem na to, že mu bylo 11 let, lze předpokládat, že to za něj udělala jeho matka Anna Rakouská, či její milenec kardinál Mazarin) Pascalovi královské privilegium na výrobu Pascaliny, což bylo v tehdejší době něco jako patent.

První programovatelný počítač



- Prvním programovatelným počítačem v historii se stal tkalcovský stav - to není žert ;o)
- Tkadlec Basile Bouchon dostal v roce 1725 nápad, že by se daly vzory, které vytváří tkalcovský stav, řídit děrovaným papírem.
 - O rok později vytvořil jeho učeň, Jean-Baptiste Falcon, update, kterým dosáhl výrazně snazší modifikace stroje při přechodu na jiný vzor (stále však bylo nutné dělat do stroje hardwarové zásahy).
- Roku 1801 vytvořil Joseph Marie Jacquard takový tkalcovský stav, který bylo možné programovat děrnými šítky bez hardwarových zásahů do stroje.



První programovatelný aritmetický počítač

Roku 1822 vymyslel Charles Babbage stroj, který nazval Difference Engine. Ten uměl vykonávat aritmetické výpočty (pozor, nikoliv třeba skoky, takže ani algoritmy podle Turingovské definice).

- Difference Engine obsahoval 25,000 součástí, jednalo se o čistě mechanický počítač.
- Babbage nedokázal stroj dokončit, fungoval tedy jen částečně a místy poruchově.
- I nedokončený stroj dokázal prolomit Vigenèrovu šifru, což byla v té době jedna z nejsložitějších šifer vůbec.
- V roce 1991 se podařilo týmu nadšenců sestavit jen s pomocí prostředků z 19. století Differential Engine podle původních plánů a tím dokázat, že by fungoval.

První Turingovský úplný počítač nedokončen

- Roku 1833 vymyslel Babbage nástupce Difference Engine, který pojmenoval Analytical Engine.
- Analytical engine měl být Turingovský úplný počítač, což znamená schopnost vykonávat algoritmy, tj. mimo jiné podmíněné skoky (softwarově programovatelné).
- AE svou stavbou dokonce odpovídal (tehdy ještě neznámé) von Neumannově architektuře, měl mimo jiné mlýnici (procesor) či skladiště (paměť).
 - Napájení řešil parní stroj a koně, řízení děrné štítky.
- Ani Analytical Engine nebyl dokončen (dokonce ani nikdy poté, finančně nákladné by to bylo i dnes).
- Charles Babbage zahořkl a umřel naštván a opuštěn ve svém opevněném domě, stranou od lidí.

První programátorka

- Charles Babbage pochopil, že ovládání Analytical Engine nebude tak snadné, jako zadávat čísla, se kterými se má provést nějaká operace (Diff. Eng.).
- Babbage oslovil Adu Lovelace (to byla dcera Lorda Byrona), obdivovatelku jeho díla Difference Engine a překladatelku jeho článků o tomto počítači.
- Ada Lovelace napsala první program na světě (bohužel pro neexistující počítač), ten byl podle všeho nejspíše korektní a počítal Bernulliho řadu.
- V sedmdesátých letech vznikl jazyk, který nesl její jméno (křestní, asi proto, že příjmení bylo v té době spíše asociováno s její jmenovkyní Lindou Lovelace).



Nultá generace počítačů

- Počítače nulté generace již nebyly čistě mechanické, ale pracovaly na principu elektromagnetických relé.
- Z1, Z2, Z3 (1934 až 1941) – počítače od Konrada Zuse, počítaly dráhy raket (bez podmíněných skoků).
- Colossus Mark I až IV – Mark I byl vyvinut v roce 1944 firmou IBM a pomohl vyhrát 2. světovou válku tím, že zlomil Enigmu, nejsilnější německou šifru.
- **Mark I až IV, Z1 až Z3 nejsou Turingovsky úplné!!**
- SAPO – SAmočinný POčítač (Turingovsky úplný) vyrobený 1957 v Československu. Měl tři procesory, které dělaly totéž, o výsledcích se hlasovalo (na schválení byla zapotřebí shoda dvou procesorů).

První generace počítačů

- Počítače první generace již nevyužívaly relé, nýbrž elektronky. Byly drahé a měly velkou spotřebu.
- ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) – pomáhal počítat výrobu atomové bomby v roce 1944. Přibližně 50% času, ve kterém měl ENIAC běžet, spotřebovaly jeho opravy.
- MANIAC (Mathematical Analyser Numerical Integrator And Computer) – nástupce ENIACu, 1945 vytvořen samotným Johnem von Neumannem (na počátku své existence také počítal atomové bomby).
- **ENIAC i MANIAC byly Turingovsky úplné stroje, ENIAC dokonce první fungující v historii!!**





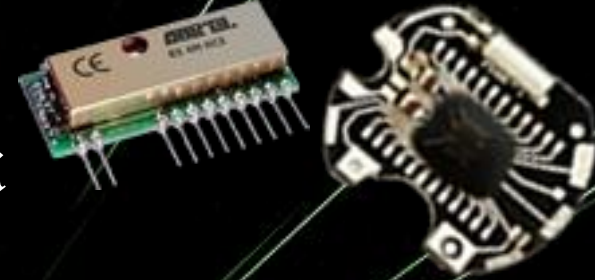
Druhá generace počítačů



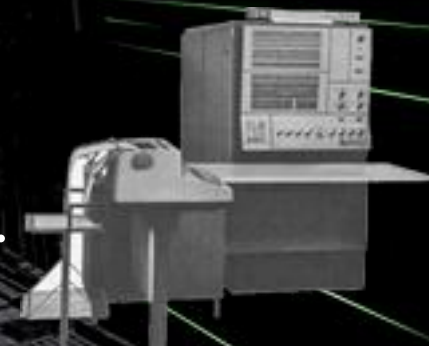
- Počítače druhé generace už nebyly postaveny na poruchových elektronkách, nýbrž na tranzistorech.
 - Tím se výrazně zmenšily rozměry (počítače se vešly do místnosti), zvýšila spolehlivost a snížila spotřeba.
- Tradic (TRansistorized Airborne DIgital Computer) byl první tranzistorový počítač z Bell Labs (1954).
- První operační systémy, počítače byly využívány pro komerční účely, prodával se strojový čas.
- Pro druhou generaci počítačů začaly vznikat první programovací jazyky (předtím neexistovaly).
 - Basic, FORTRAN, COBOL, ALGOL – velmi se lišily od moderních jazyků, velmi často se používaly skoky.



Třetí generace počítačů



- Třetí generace počítačů se od druhé lišila tím, že tranzistory byly „zabudovány“ do integrovaných obvodů - ty se netvoří „smontováním“, nýbrž jsou rovnou „raženy“ do (většinou křemíkových) destiček.
 - Počítače se extrémně zmenšily (cca na velikost skříně).
- Nejznámější počítač třetí generace, IBM System 360, vyvinula firma IBM v roce 1964.
- Vznikaly vyšší programovací jazyky.
 - Pascal – vyvinut pro učení programování.
 - Velmi přehledná a „čistá“ syntax.
 - Lisp – první funkcionální jazyk, určen pro deklarativní programování (neprocedurální, tedy ne imperativní).



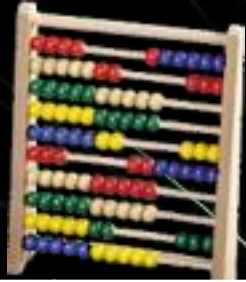


Čtvrtá generace počítačů



- Procesory této generace počítačů jsou tvořeny jen jediným integrovaným obvodem (dříve jich bylo více).
- Prvním osobním počítačem byl model IBM PC z roku 1981, ten už vypadal jako současná PC.
- Nejúspěšnějším výrobcem procesorů počítačů čtvrté generace se stal Intel a je jím dodnes.
- Stálého zrychlování počítačů se časem přestalo dařit dosahovat zrychlováním taktovací frekvence.
 - Rozměry čipu jsou téměř dané tranzistory složenými z malých desítek atomů a rychlostí přenosu informace.
 - Malé čipy při velkém výkonu nelze rozumně uchládit.
- Dalšího zvyšování výkonu dosaženo paralelismem.





Technologický rozmach



Generace	Doba	Paměť	Frekvence	Technologie	Velikost
X	17. až 19. st.	~ 20b	(< 1Hz)	mechanika	krabička až stadion
0	30. až 40. léta	~ 200B	~ 1Hz	relé	budova
1	40. až 50. léta	~ 2kB	~ 1kHz	elektronky	sál
2	50. až 60. léta	16kB - 32kB	~ 1MHz	tranzistory	místnost
3	60. až 70. léta	1MB - 16MB	~ 2MHz	IO	skříň
4	80. léta a dál	32MB - ?GB	4Mhz - 4GHz	mikroprocesory	bedna

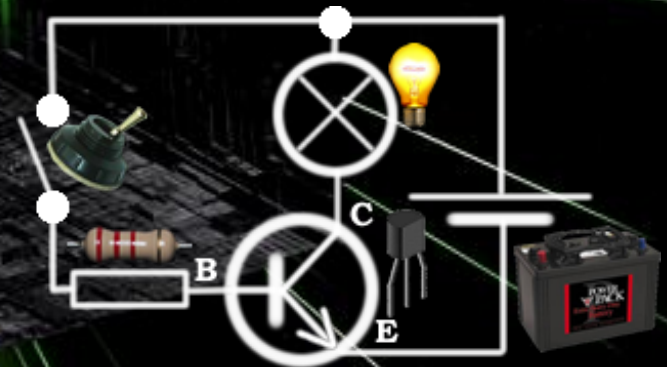
Generace	Technologická výbava
X	mechanické součástky jako ozubená kola, válečky s čísly a představy mlýnice jako procesoru, skladiště jako paměti, či napájení koňmi, lidmi, vodou (ten mlýn)
0	desetitisíce elektromagnetických relé, občas stovky elektronek, řízení děrnými páskami (ty byly tvořeny například děrovanými kinofilmami), první klávesnice
1	desetitisíce elektronek (ty byly extrémně poruchové a měly obrovskou spotřebu), feritové paměti, magnetické bubny, řízení děrnými páskami a děrnými štítky
2	tisíce tranzistorů, stále ještě stovky až malé tisíce elektronek, feritové paměti, magnetické pásky (zápis nebyl mechanický), magnetické disky (náhodný přístup)
3	integrované obvody zcela nahradily tranzistory, nově byly pomocí io realizovány paměti, první pevné disky (kapacita jednotky MB, velikost jako menší skříň)
4	mikroprocesory (několik čtverečních centimetrů), paměťová cache, první optické disky, multiprocesory (paralelismus), pevné disky bez mechanických částí



Tranzistory jako spínače

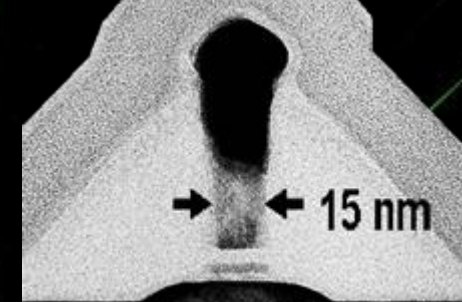


- Tranzistor je velmi univerzální součástka, má mnoho využití, jedním z nich (důležitým v IT) je spínač.
- Z každého tranzistoru vycházejí tři vodiče: kolektor, emitor a báze. Je-li tranzistor zapojen jako přepínač, je jeho emitor připojen k mínusu a kolektor k plusu. Je-li do báze přivedeno kladné napětí (stačí malé přes velký odpor od téhož zdroje), je obvod propojen.
- Prochází-li (i malý) proud báží a emitorem, pak prochází (i velký) proud kolektorem a emitorem.
- Tento obvod lze využít pro spínač vysokého napětí, aby s ním nepřišla do styku obsluha.

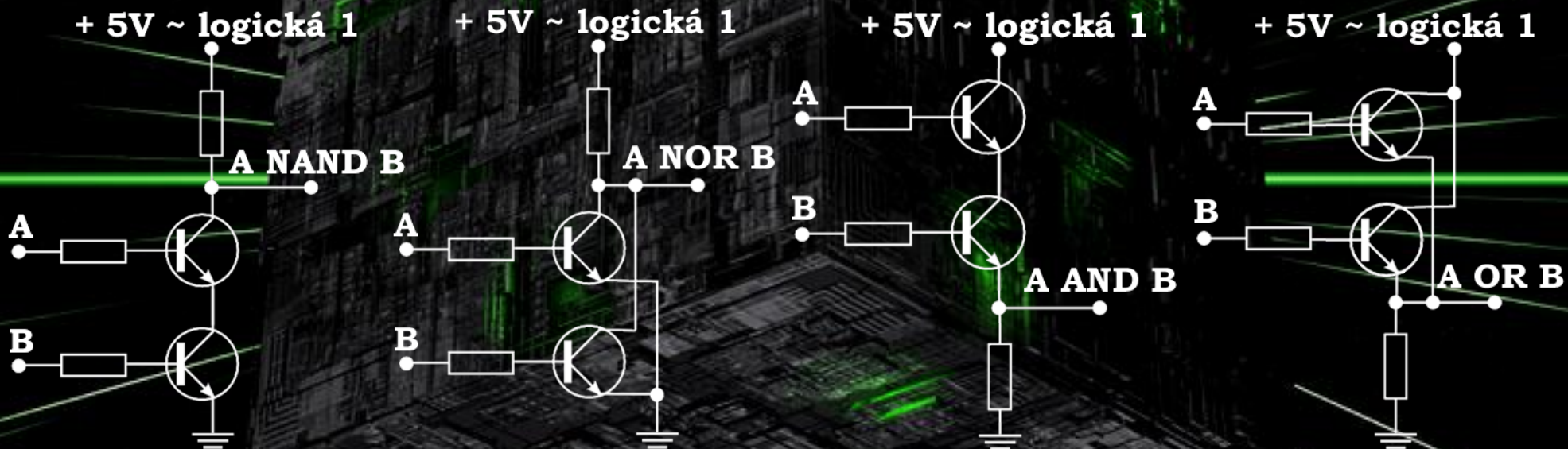




Logická hradla

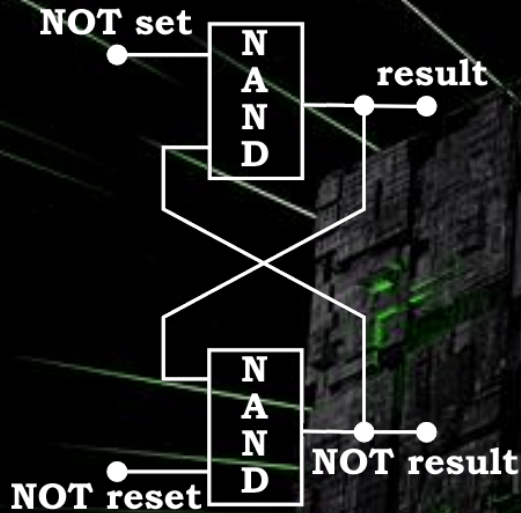


- Z tranzistorových spínačů lze stavět logická hradla NAND (NOT AND), NOR (NOT OR), AND a OR.
- NANDy a NORy lze realizovat všechny logické operace.

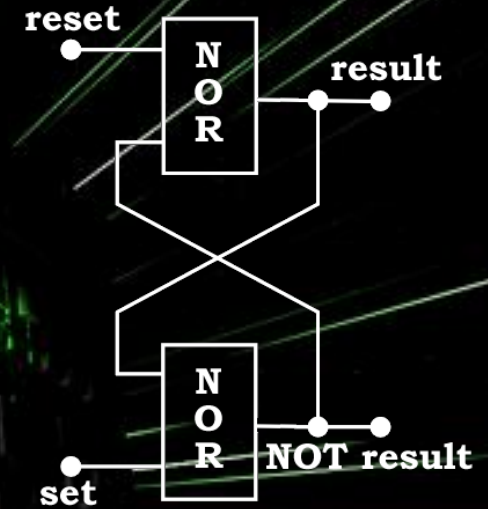


- A, B jsou logické hodnoty (proud, nebo ne), tři svislé čárky jsou uzemnění („ničí“ proud), obdélníčky jsou odpory (jsou tam jen proto, aby nedošlo ke zkratu).

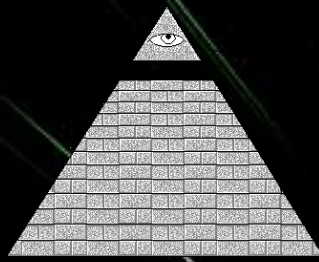
Jak vyrobit z hradel paměť (jeden bit)



set	reset	result
0	0	poslední stav
0	1	0
1	0	1
1	1	spor



- Z tabulky je jasné, jakým způsobem obvody fungují.
- Logická jednička je reprezentována napětím (typicky pět voltů), logická nula pak absencí napětí.
 - Je-li set i reset 0, obvod nemá jednoznačný výstup, záleží na tom, jak byl nastaven předtím.
 - V ostatních případech je výstup evidentní, alespoň jedno z hradel lze vyhodnotit z jediného vstupu.



Rekapitulace

- Snaha automatizovat činnost tak, aby ji mohly vykonávat (rychlé, ale hloupé) stroje, je na světě od nepaměti, ale první úspěchy má až v 17. století, což pak v 19. století vede k rozmachu počítačů.
- **Zásadní rozdíl je mezi Turingovsky úplnými stroji (ty lze programovat, podle výsledků výpočtů se mohou dále rozhodovat) a obyčejnými počítačými stroji (ty jen rychle počítají, nic víc).**
- Logická hradla jsou základní stavební jednotkou nejen pamětí, ale též procesorů. Stavět je lze z tranzistorů, ale i jiných přepínačů (například relé, elektronek). Počítače jsou vlastně shluky spínačů.