

# Polovodičová revolúcia

Tranzistory a mikročipová revolúcia

Michal Winczer

KDMFI UK Bratislava

# Obsah

- Polovodiče (a ich využitie)
- Tranzistor, integrovaný obvod
- Využitie
- Polovodičový priemysel
- Čo sa v tomto smere robilo na Slovensku

# Polovodiče, tranzistor

- História polovodičov začína pri skúmaní elektrických vlastností materiálov na zač. 19 st.
- Seebeck 1821, Faraday 1833, Becquerell 1839
- Jednosmerná vodivosť 1874 K.F.Braun NC 1909
- Fotovoltaický efekt – selén, 1876
- Elektrón 1897 J.J. Thomson NC 1906
- Názov polovodič, 1910 PhD práca Josef Weiss
- Teoretické fyzikálne vysvetlenie Bloch 1928,
- Empirické používanie, neskôr vysvetlenie na základe kvantovej mechaniky („homeopatické“ vplyvy nečistôt)

# Tranzistor

- V r. 1925 navrhol princíp FET (field-effect transistor)  
Edgar Lilienfeld  
(1882-1963)



# Tranzistor

- Prvé predvedenie tranzistora bolo v r. 1947, Bell Laboratories (AT&T)
- Bardeen, J.; Brattain, W.; Shockley, W. (NC 1956)



# Tranzistor

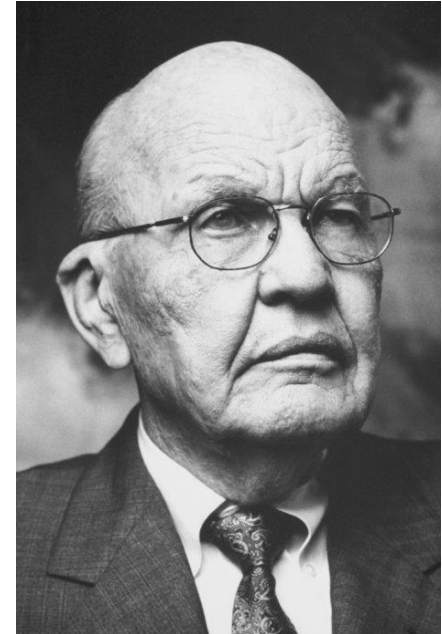


Bardeen, Shockley, Brattain  
Bell Laboratories (AT&T)

# Tranzistor, integrovaný obvod výroba

1959 -

- Planárny proces výroby tranzistorov  
Hoerni, J. - Fairchild
- Integrovaný obvod (IO)  
TI – hybridný, Kilby. J. NC 2000.
- Planárny spôsob aplikovaný na výrobu IO  
Fairchild – kremíkový, Noyce, B.



Nobel Foundation archive

Jack Kilby  
1923-2005

# Výroba IO

- Videá

[Výroba IO](#) a) (6. min.)

[Výroba IO](#) b) (10 min.) Phillips

[Výroba IO](#) c) (13 min.) Intel



# Tranzistor -využitie

- Spracovanie signálu (zosilňovač,...)
- Realizácia logických obvodov ( AND, OR, NOT, NAND, XOR, ...)
- Pamäť

Najmä posledné dve prispeli k tomu, že rozvoj výpočtovej techniky kopíruje vývoj polovodičovej techniky

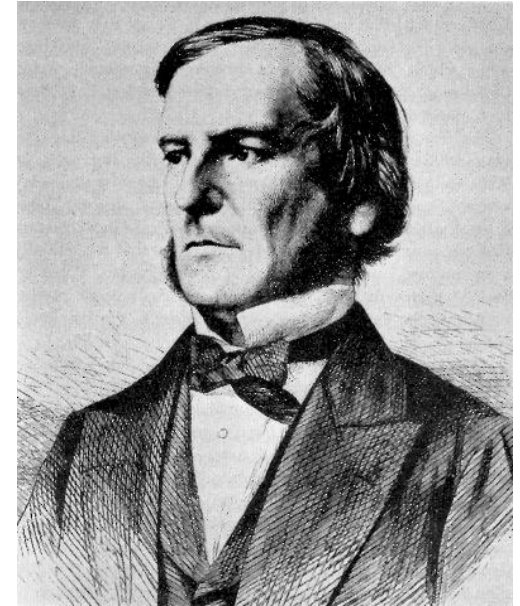
# Tranzistory - využitie

- Logické obvody

ALU, CPU,...

Boole, G. (1815-1864)

spojil logiku a algebru. Výroky zapísal formulami, ktoré sa algebraickými úpravami mohli upravovať ,  
napr. zjednodušiť.



- Realizácia AND, OR, NAND, NOR
- Realizácia 2 bitovej sčítačky s prenosom

# História polovodičového priemyslu

- Na začiatku bol tranzistor, ktorý sme už spomenuli. Nasledoval dlhý rad rôzne veľkých vylepšení technologického procesu výroby ale všetky mali spoločné, zmenšovanie, zlacňovanie, zrýchľovanie, zvyšovanie zložitosti vyrobených obvodov - súčiastok
- Shockley, W. (1910-1989) v r. 1956 opustil Bell Labs a presťahoval sa do Palo Alto a založil v Mountain View Shockley Semiconductor Laboratory pod fy. Beckman Instruments. Asi 1. firma, ktorá vznikla na vývoj polovodičových súčiastok. Kvôli Shocklyeho metódam sa 8 mladých výskumníkov z jeho skupiny rozhodlo 1957 od neho odísť. Shockley Lab zanikli 1968.

# „Tratorious eight“



Zl'ava: Gordon Moore, C. Sheldon Roberts, Eugene Kleiner, Robert Noyce, Victor Grinich, Julius Blank, Jean Hoerni a Jay Last (1960)



# Fairchild

- Pre úplnosť. Neboli prvý dodávateľia tranzistorov. Od 1954 tranzistory komerčne dodával TI
- V 60. rokoch patrili s TI a Motorolou k špičke vo výrobe polovodičových súčiastok
- Boli aj neúspechy. Westinghouse im vyfúkol kontrakt v programe Apollo
- Neochota vedenia ísť aj do IC, plus výmena riadenia, plus ďalšie dôvody...
- Odchody zakladateľov
  - 1961 Hoerni, Last, Roberts -> Amelco, neskôr Intersil, Eurosil
  - 1968 Noyce a Moore - > Intel
  - 1968 Kleiner -> Investičný fond
  - 1968 Grinich – UC Berkeley
  - 1969 Blank

# Intel 1968

Založili

Robert Noyce  
(1927-1990)

a

Gordon Moore  
(1929)



By Intel Free Press - <https://www.flickr.com/photos/intelfreepress/8268686452/sizes/o/in/photostream/>, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=27929328>



# Intel

- 2020 príjmy 77,87 miliárd \$
- Cestu k úspechu ovplyvnilo mnoho faktorov
- Zamestnanci č. 3 a 4. boli Andy Grove (CEO 1987-1998) a Les Vadasz
- 1. produkt bola 64bitová pamäť v r. 1969
- Neskôr 256bitová statická a 1024 bitová dynamická pamäť, pamäť EPROM
- 1971 1. mikroprocesor 4004



- 1982-3 Prešiel na komplikovanejší technologický proces CMOS, ktorý umožňoval menej energeticky náročné komponenty
- Od 1985 vyrába len mikroprocesory
- Katapultovali ju IBM PC, ktoré mali Intel mikroprocesory
- Jedna z mála firiem, ktorá si obvody stále aj sama vyrába

# AMD 1969

- Založil Jerry Sanders + 7 ďalších z Fairchildu
- Podobne ako Intel sa venovali najprv výrobe pamätí, riešili rôzne technologické otázky
- V 80 rokoch kríza
- Neskôr sa im podarilo uchytíť na trhu z mikroprocesormi a dnes sú vážna konkurencia Intelu.
- už si sami nevyrábajú súčiastky

# Ďalší...

- Vzniklo mnoho ďalších menej úspešných firiem, ale aj množstvo úspešných, ktoré sme nespomenuli.
- Rozvinul sa sektor výroby špeciálnych zariadení pre výrobu polovodičových súčiastok
- Do nedávna bol trend výrobu outsourcovať, čo sa v súčasnosti javí ako rizikový faktor.

# Československo

- Tesla Piešťany 1961
- Diódy, tranzistory
- Licencia dynamická pamäť 16kb na prelome 70.-80. rokov
- V 70. rokoch výroba IC
- 1984 CCD snímač 2x72 vert. 104 horiz. Bodov, 1985 2x288x384 bodov
- Tesla Rožnov pod Radhoštěm, výroba IO, elektrónky

# Zdroje

- Od tranzistora k integrovanému obvodu (kapitoly z dejín česko-slovenskej mikroelektroniky). Š. Luby (editor), Veda 2018
- The Microchip Revolution, A Brief History. Bauer, L. O.; Wilder, E. M. 2020
- Cramming more components onto integrated circuits, Moore, G. E. Electronics, Volume 38, No 8, 1965  
<https://newsroom.intel.com/wp-content/uploads/sites/11/2018/05/moores-law-electronics.pdf>
- Počítačová revolúcia, Gruska, J.; Havel, I.M.; Wiedermann, J. Zelený, J. Sofsem 1980, str. 7-64.
- A History of Silicon Valley, 2. vyd. Rao, A. Omniware Group, 2013
- wikipedia