

# Wprowadzenie do elektroniki analogowej

Wykład 1

Projektowanie cyfrowych układów elektronicznych

Wojciech Światała

[wojciech.switala@cs.put.poznan.pl](mailto:wojciech.switala@cs.put.poznan.pl)

<http://www.cs.put.poznan.pl/~wswitala>

# Bibliografia

- ▶ Sztuka Elektroniki – P. Horowitz, W.Hill
- ▶ Układy półprzewodnikowe – U.Tietze, Ch. Schenk
- ▶ Projektowanie układów analogowych – Robert A.Rease
- ▶ Układy Cyfrowe – Wojciech Głocki – WSiP
- ▶ Filtry analogowe i cyfrowe – Jacek Izydorczyk, Jacek Konopacki – PAN
- ▶ Lokalne interfejsy szeregowo w systemach cyfrowych – Jacek Bogusz – BTC
- ▶ Zasilacze urządzeń elektronicznych – Joseph J.Carr – BTC
- ▶ Mikrokontrolery w systemach zdalnego sterowania – Zbigniew Hajduk – BTC
- ▶ Pamięci masowe w systemach mikroprocesorowych – Paweł Marks – BTC
- ▶ Cyfrowe przetwarzanie sygnałów – Tomasz P. Zieliński – WKŁ
- ▶ Moduły GSM w systemach mikroprocesorowych – J Bogusz – BTE
- ▶ Systemy GPS – Cezary Specht – BERNARDIUM
- ▶ GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne – Janusz Narkiewicz – WKŁ
- ▶ Technologie i materiałoznawstwo dla elektroników – Zbigniew Szczepiński , Stefan Okoniewski WSiP

# Fizyka – czyli jak to się zaczęło...

- ▶ Napięcie to różnica potencjałów elektrycznych między dwoma punktami w obwodzie i określa się je w woltach [V]
- ▶ Prąd elektryczny to uporządkowany ruch ładunków elektrycznych, jego natężenie definiuje się jako pochodną ładunku elektrycznego, który przepływa przez przekrój poprzeczny przewodnika po czasie i określa się je w amperach [A]
- ▶ Częstotliwość jest to liczba cykli zjawiska okresowego występujących w jednostce czasu i określa się ją w Hercach [Hz],  $1 [\text{Hz}] = 1 / 1 [\text{s}]$

# Fizyka – elektroniczne prawa

- ▶ Prawo Ohma mówi, że stały prąd  $I$  płynący w przewodniku jest wprost proporcjonalny do przyłożonego napięcia  $U$
- ▶ Pierwsze Prawo Kirchhoffa mówi, że suma natężeń prądów dopływających do węzła jest równa sumie natężeń prądów wypływających z tego węzła
- ▶ Drugie Prawo Kirchhoffa mówi, że suma wartości chwilowych sił elektromotorycznych występujących w obwodzie zamkniętym równa jest sumie wartości chwilowych napięć elektrycznych na elementach pasywnych tego obwodu

# Fizyka – rezystancja

- ▶ Rezystancja jest miarą oporu czynnego z jakim element przeciwstawia się przepływowi prądu
- ▶ Rezystancja jest wprost proporcjonalna do napięcia odkładającego się na przewodniku i odwrotnie proporcjonalna do prądu przez niego płynącego

$$R[\Omega]=U/I$$

- ▶ Przewodnik ma rezystancję jednego oma [ $1\ \Omega$ ], jeżeli przy napięciu jednego wolta [ $1\ V$ ] przepływa przez niego prąd jednego ampera [ $1\ A$ ]
- ▶ Rezystancja przewodnika jest wprost proporcjonalna do jego długości i odwrotnie proporcjonalna do jego pola poprzecznego przekroju, zależy także od materiału z jakiego jest wykonany

$$R=\rho \cdot L/S$$

# Fizyka – pojemność

- ▶ Pojemność elektryczna jest zdolnością przewodnika odosobnionego do przechowywania ładunku
- ▶ Pojemność jest wprost proporcjonalna do ładunku zgromadzonego na przewodniku i odwrotnie proporcjonalna do potencjału tego przewodnika

$$C[F]=Q/U$$

- ▶ Napięcie oraz prąd na kondensatorze związane są następującą zależnością:

$$i_c[t] = C \frac{du_c}{dt}$$

- ▶ Kondensator podłączony równolegle do obwodu napięcia stałego po czasie naładuje się do tego napięcia, a prąd przez niego płynący spadnie do zera
- ▶ Impedancja kondensatora jest odpowiednikiem rezystancji – ale dla prądu zmiennego, jest to liczba zespolona, dla kondensatora przy napięciu sinusoidalnym ma ona postać:

$$Z = \frac{1}{j2\pi fC}$$

# Fizyka – indukcyjność

- ▶ Indukcyjność cewki jest odwrotnie proporcjonalna do prądu i wprost proporcjonalna do strumienia magnetycznego skojarzonego z tym prądem, zależy również od współczynnika skojarzenia  $k$ , który zależy dla cewki od jej geometrii układu

$$L[H] = k \cdot \Phi / I$$

- ▶ Przy stałej indukcyjności cewki napięcie oraz prąd na cewce związane są następującą zależnością:  $u_i[t] = -L \frac{di_i}{dt}$

- ▶ Cewka podłączona do obwodu napięcia stałego jest elementem rezystancyjnym o rezystancji zależnej od przewodnika z którego jest wykonana

- ▶ Impedancja cewki jest wprost proporcjonalna do częstotliwości prądu przez nią płynącego oraz jej indukcyjności i można ją przedstawić w formie wzoru:

$$Z = j2\pi fL$$

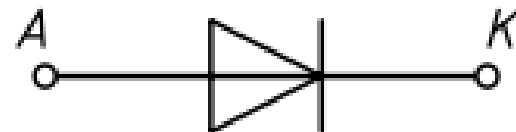
# Elektronika – łączenie rezystorów i kondensatorów

- ▶ Rezystory połączone szeregowo  
 $R_z = R_1 + R_2$
- ▶ Rezystory połączone równolegle  
 $1/R_z = 1/R_1 + 1/R_2$
  
- ▶ Kondensatory połączone szeregowo  
 $1/C_z = 1/C_1 + 1/C_2$
- ▶ Kondensatory połączone równolegle  
 $C_z = C_1 + C_2$



# Dioda PN

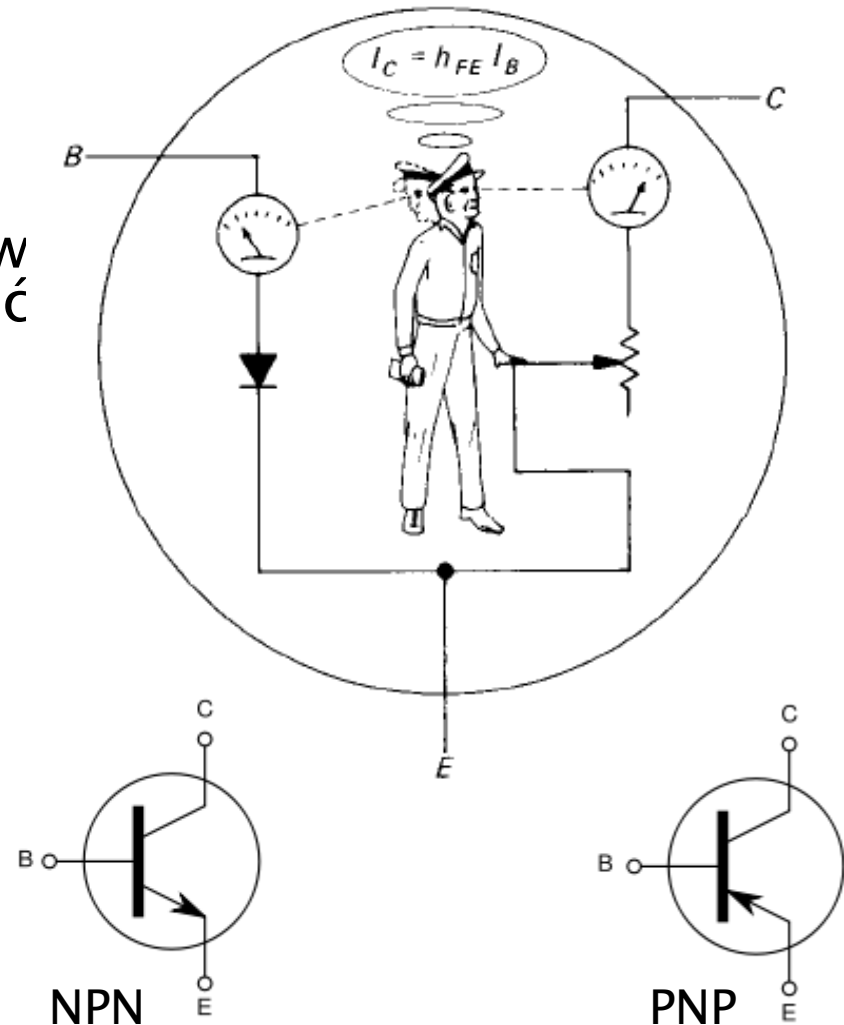
- ▶ Dioda jest elementem elektronicznym wyposażonym w dwie elektrody – anodę i katodę
- ▶ Cechą charakterystyczną jest wyłącznie jednokierunkowy przepływ prądu od anody do katody
- ▶ Na diodzie w kierunku przewodzenia występuje spadek napięcia i wynosi on od 0,2V do 0,8V w zależności od półprzewodnika z jakiego jest wykonana
- ▶ Istnieje wiele typów diod przeznaczonych do różnych zastosowań m.in. diody impulsowe, Zenera, Schotkiego....



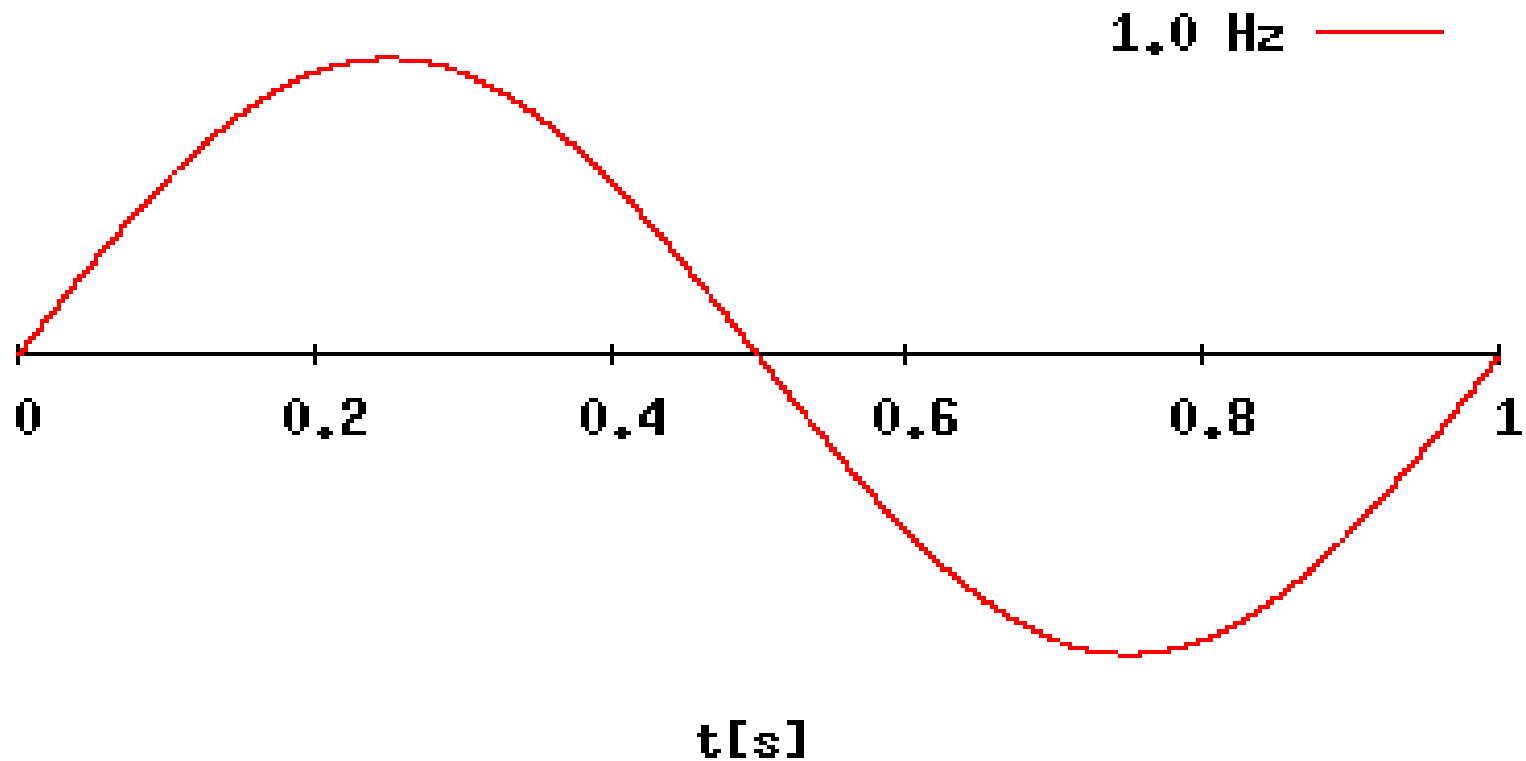
# Tranzystor bipolarny

- ▶ Tranzystor jest aktywnym elementem elektronicznym wyposażonym w trzy elektrody – bazę, kolektor i emiter
- ▶ Zbudowany jest z trzech warstw półprzewodników – w zależności od typu NPN lub PNP
- ▶ Prąd płynący z kolektora do emitera jest wprost proporcjonalny do prądu płynącego z bazy do emitera i różni się o współczynnik wzmacnienia prądowego  $\beta$  inaczej ( $h_{FE}$ )

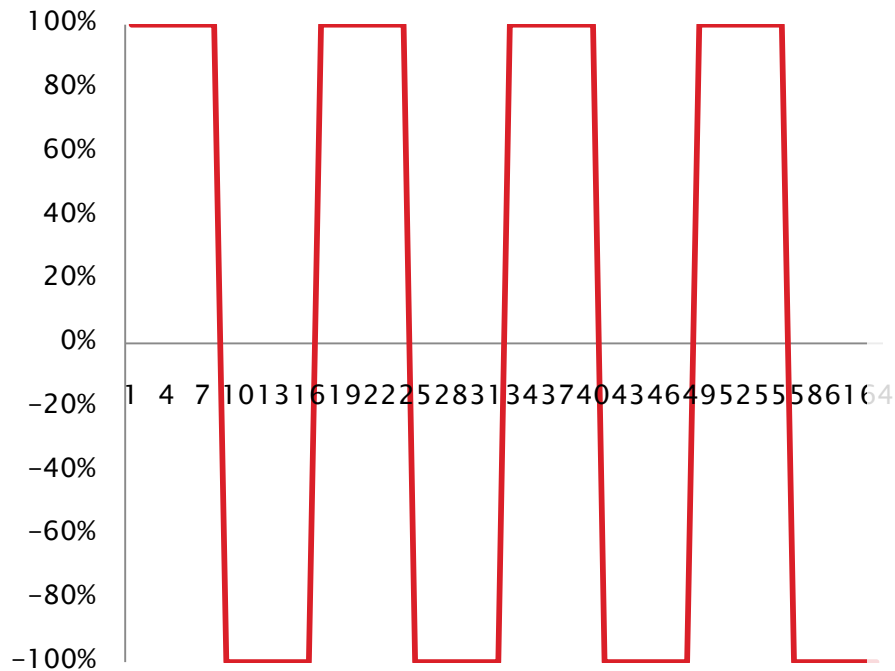
$$I_C = h_{FE} \cdot I_B$$



# Pomiary – amplituda, częstotliwość, okres



# Pomiary – wypełnienie, faza



Wypełnienie 50%

Faza = 0

