

5. Funkcje w standardzie SPICE i w programie Probe

- Definiowanie parametrów globalnych
- Funkcje wbudowane w programie PSPICE pakietu MicroSim
- Definiowanie funkcji
- Zastosowanie formuł w programie PSPICE pakietu MicroSim
- Definicja źródeł ABM i POLY
- Funkcje w programie Probe
- Funkcje celu w programie Probe



Parametry globalne

- Format komendy
 - .PARAM nazwa = wartość**
 - .PARAM nazwa = {formuła}**
 - *wartość* – liczba
 - *formuła* – wyrażenie zawierające liczby i/lub inne parametry
- Parametry mogą być uzmienniane instrukcją STEP (patrz wcześniej)
- Przykłady
 - .PARAM PI = 3.14159
 - .PARAM DWA_PI = {2*PI}
- Aby użyć nazwy parametru zamiast wartości liczbowej, należy ją wprowadzić jako składnik formuły
 - .PARAMS WART_REZ = 50k
 - R4 3 8 {WART_REZ}
 - R4 3 8 {2*WART_REZ+10k}



Funkcje wbudowane w programie PSPICE pakietu MicroSim

- Do wykorzystania w formułach
 - .PARAM G = {SIN(PI/4)}
 - R7 2 4 {LOG(20)}
- Wybrane funkcje

ABS(x)	wartość bezwzględna
ACOS(x)	arcus kosinus (wynik w radianach)
ATAN(x)	arcus tangens (wynik w radianach)
ASIN(x)	arcus sinus (wynik w radianach)
COS(x)	kosinus (x w radianach)
EXP(x)	e ^x
IMG(x)	część urojona liczby zespolonej
LOG(x)	ln x
LOG10(x)	log x
M(x)	moduł liczby zespolonej



Funkcje wbudowane w programie PSPICE pakietu MicroSim

Wybrane funkcje

MAX(x,y)	większa z dwóch liczb
MIN(x,y)	mniejsza z dwóch liczb
P(x)	kąt liczby zespolonej
PWR(x,y)	x^y
R(x)	część rzeczywista liczby zespolonej
SGN(x)	znak liczby (-1/0/1)
SIN(x)	sinus (x w radianach)
SQRT(x)	pierwiastek kwadratowy
TAN(x)	tangens (x w radianach)

Definiowanie funkcji

Format komendy

.FUNC nazwa {formuła}

- formuła* może zawierać: liczby i funkcje, zdefiniowane parametry, parametry TEMP (temperatura) lub VT (potencjał termiczny), zmienną TIME (czas symulacji), inne zdefiniowane funkcje

Przykład

- .FUNC MIN3(A,B,C) {MIN(A, MIN(B,C))}**
- .FUNC WYKLADNICZY(TAU) {EXP(-TIME/TAU)}**
 - opadanie wykładnicze ze stałą czasową *TAU*
- .FUNC SINUSOIDA1 {2V*SIN(2*PI*50Hz*TIME+PI/4)}**
 - sinusoidea o amplitudzie 2 V, częstotliwości 50 Hz i fazie $\pi/4$

- Takie same formuły jak w definicji funkcji można stosować w innych miejscach

Źródła idealne z definicją ABM

ABM – Analog Behavioral Modeling

- Oznacza możliwość definiowania prawie dowolnych przebiegów źródeł (tylko E – napięciowe i G – prądowe)

Definicja ABM z formułą

Eoznaczenie plus minus VALUE={formuła} **Goznaczenie plus minus VALUE={formuła}**

- formuła* jak dla definicji funkcji (FUNC), może dawać w wyniku wartość stałą, może dawać przebieg zmienny w czasie (jeżeli zawiera gdzieś zmienną TIME)
- formuła* może też zawierać potencjały lub napięcia, co pozwala zdefiniować źródło sterowane napięciem – np. V(45), V(6,8)

Źródła idealne z definicją ABM

- Inne definicje ABM:
 - LAPLACE – transmitancja
 - CHEBYSHEV – transmitancja filtru Czebyszewa o podanych parametrach
 - FREQ – charakterystyka częstotliwościowa przechodząca przez podane punkty
 - TABLE – statyczna charakterystyka przejściowa podana w formie kolejnych punktów
- Poprzednik ABM – POLY (występuje również w prostszych odmianach SPICE)
 - E2 6 8 POLY(2) (2,0) (12,13) 1 2 3 4 5 6
 $V(6,8) = 1 + 2 \cdot V(2,0) + 3 \cdot V(12,13) + 4 \cdot V(2,0) \cdot V(2,0) + 5 \cdot V(2,0) \cdot V(12,13) + 6 \cdot V(12,13) \cdot V(12,13)$
 - Współczynniki mogą być zerowe, wówczas dany wyraz wypada



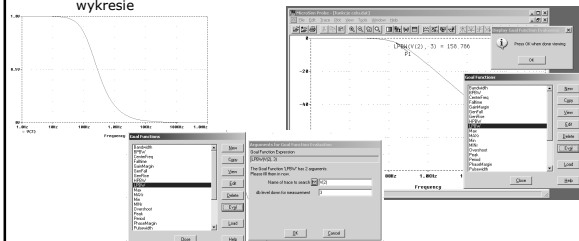
Funkcje w programie Probe

- Można ich używać do przetworzenia przebiegów napięć i prądów (np. wykreślenia całki z danego napięcia, średniej z iloczynu danych napięć itd.)
- Najczęściej używane
 - M, P, R, I – do wyświetlania wartości wielkości zespolonych (analiza AC)
 - D, S – różniczkowanie, całkowanie względem zmiennej osi X (zwykle – względem czasu)
 - AVG, AVGX, RMS – wartość średnia (od $t = 0$), wartość średnia za określony przedział czasu, wartość skuteczna (od $t = 0$)
- Pełna lista funkcji znajduje się w instrukcji do pobrania ze strony internetowej



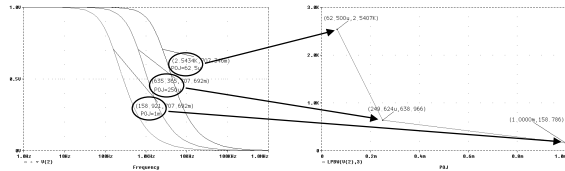
Funkcje celu w programie Probe

- Funkcja celu (ang. *goal function*) to funkcja zwracająca dla przebiegu jedną wartość liczbową, np. częstotliwość graniczną, czas narastania, częstotliwość itp.
 - Trace > Eval Goal Function – podaje wartość
 - Trace > Goal Functions > Eval – podaje wartość i zaznacza ją na wykresie



Funkcje celu w programie Probe

- **Performance Analysis** – analiza funkcji celu w zależności od zmiennego parametru
 - Trace > Performance Analysis
- **Przykład**
 - W poprzednim przykładzie (filtr RC) uziemiono pojemność C (parametr o nazwie POJ) i wykreślono, jak zależy częstotliwość graniczna (funkcja LPBW) od tej pojemności



6. Modelowanie przyrządów i układów elektronicznych

- Różne podejścia do modelowania
 - fizyczne / behawioralne (czarnej skrzynki)
 - opis za pomocą równań matematycznych / schematu elektrycznego
 - ...
- Więcej o teorii modelowania i symulacji na następnym wykładzie
- Rozwiązanie oczywiste dla całych układów (np. scalonych) lub ich większych fragmentów: definicja podobowodu
 - ta metoda jest stosowana również przy modelowaniu pojedynczych przyrządów półprzewodnikowych

Podobowody

- Deklaracja podobowodu

```
.SUBCKT nazwa węzły_końcówek
+ [OPTIONAL:
+ węzeł_końcówki=węzeł_domyślny_obwodu]
+ [PARAMS:
+ nazwa_parametru=wartość_domyślna]
```

opis_podobowodu

.ENDS

- *węzły_końcówek* – numery węzłów z *opisu_podobowodu*, które mają być końcówkami podobowodu (punktami kontaktu z obwodem głównym)
- po słowie **OPTIONAL** można podać węzły, których nie trzeba będzie przypisywać do węzłów obwodu głównego przy definiowaniu elementu X – będą wówczas przyjęte podane przypisania domyślne
- nazwy węzłów podobowodu symulator traktuje zupełnie oddzielnie od nazw węzłów obwodu głównego, dlatego takie same nazwy mogą występować w obwodzie głównym i podobwodzie, a będą traktowane jako nazwy osobnych węzłów; nie dotyczy to tylko węzła 0

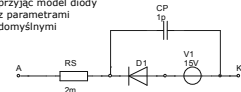
Podobwody

- Deklaracja podobwodu
 - węzeł-końcówką nie może być węzeł 0
 - po słowie PARAMS można zdefiniować nazwy parametrów, które dostępne będą do modyfikacji; ich nazwy będą rozpoznawane tylko w podobwodzie, a nie w obwodzie głównym (nie są to parametry globalne)
 - opis podobwodu może zawierać dowolną liczbę elementów, a z instrukcji wyłącznie: IC, NODESET, MODEL, PARAM, FUNC
 - modele, parametry i funkcje zdefiniowane w ramach podobwodu również nie są globalne i poza podobwodem nie będą rozpoznawane przez symulator
- Wstawianie podobwodu do obwodu głównego
 - **X**oznaczenie węzły obwodu nazwa podobwodu + [nazwa_parametru=wartość_parametru ...]
 - w elemencie X podajemy nazwy węzłów obwodu głównego, do którego mają być przyłączone kolejne (zgodnie z definicją SUBCKT) końcówki podobwodu
 - w jednym obwodzie podobwódt może być wstawiony wiele razy, za każdym razem jako inny element X, zwykle z innymi węzłami obwodu, często z innymi parametrami

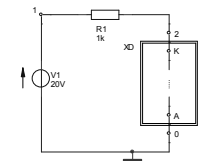


Przykład 6.1

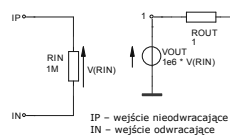
przyjąć model diody z parametrami domyślnymi



???



Przykład 6.2



IP – wejście nieodwracające
 IN – wejście odwracające

???

