

# L7 - Program PCNAP

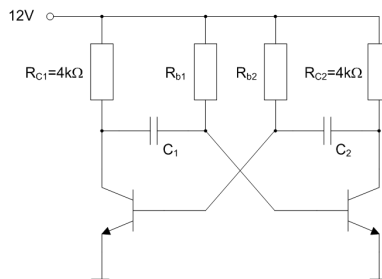
## 1. Opis programu

- Elementy R, L, C, M , źródła niezależne i sterowane – zadawane dla analizy czasowej i częstotliwościowej
- Model wzmacniacza operacyjnego – źródło sterowane, biblioteka OPAMP, biblioteka ua741
- Funkcje matematyczne: lista funkcji, definiowanie funkcji i jej parametry, odwołanie się do funkcji w definicji elementów nieliniowych, zastosowanie funkcji TAB2, przykład definiowania cewki nieliniowej
- Elementy elektroniczne: dioda, tranzystor bipolarny i unipolarny - zadawanie parametrów, odwołanie się do modelu
- Model tyrystora i jego zastosowanie w obwodach prostownikowych
- Instrukcje sterujące analizą: \*circuit, \*end, \*time, \*freq, \*modify, \*run, \*reset
- Rodzaje analizy obwodu: \*dc, \*tr, \*dctr, \*ac, \*optim
- Wyprowadzanie wyników: \*probe, \*matlab
- Program PROBE
- Przykładowa struktura ogólna programu

```
*circuit
*: Komentarz – nagłówek
Opis topologii obwodu
Instrukcje sterujące analizą i rodzajem analizy
*run
Modyfikacje obwodu i ew. rozkazów analizy
*run
*end
```

## 2. Przykład analizy TR

Rys. 1 przedstawia strukturę multiwibratora astabilnego poddanego analizie TR.

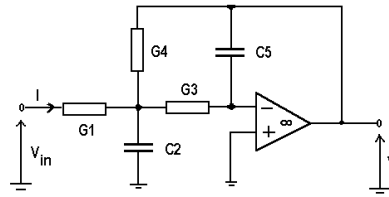


Rys. 1 Struktura obwodu multiwibratora

```
*circuit
*list 9
*: Multivibrator astabilny >
v1 is coll voltage and v3 is base voltage of tr1
bc107/npn/ vt=30mV is=2.2e-12 ni=3e3 nv=1.63 af=.9945 >
ng=1.2e-4 tf=.8ns tr=.4ns ce=12pF cc=5pF ga=.3
tr1 1 3 0 bc107
tr2 4 2 0 bc107
rc1 1 0 4k e=12V ; rc2 4 0 4k e=12V
rb1 2 0 40k e=12V ; rb2 3 0 40k e=12V
c1 1 2 10nF ; c2 4 3 10nF
*modify v1=12V : warunki początkowe
*time 0 1ms
*tr *probe v1 v4 v3 v2
*run trunc=1e-3 minstep=.01ns
*end
```

## 3. Przykład analizy AC

Rys. 2 przedstawia strukturę filtru poddanego analizie.



Rys. 1 Struktura filtru bikwadratowego

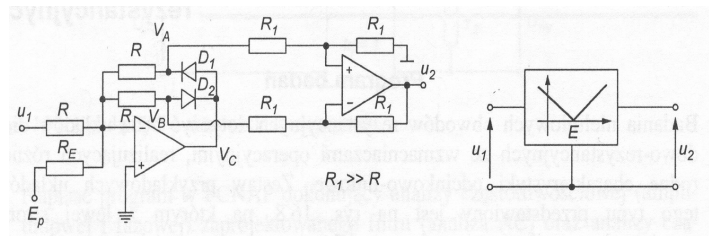
```

*circuit
*: Filtr DP
rwe 1 0 0 ma 1 ph 0
g1 1 2 1
c2 2 0 2
g3 2 3 0.81
g4 2 4 1
c5 3 4 0.41
:Wzmacniacz operacyjny
qop 3=10 0=11 4=15 0=0
*lib1 opamp
q*
*freq .001 1.2 .01
*ac *probe *ma v4 *ph v4
*run
*reset
.rwe 1 0 0 e=1
*time 0 15
*tr *probe v4
*run
*end

```

#### 4. Przykład analizy DC

Rys. 3 przedstawia strukturę obwodu nieliniowego rezystancyjnego z diodami realizującego blok wartości absolutnej.



Rys. 3 Struktura obwodu rezystancyjnego diodowego

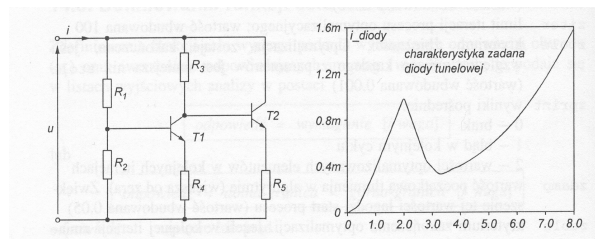
```

*circuit
*: obwód diodowo-rezystancyjny abs(u1)
dd/diode/
r1 1 2 10k
re 2 3 10k
rel 3 0 0 e -5
r2 2 4 10k
r3 2 5 10k
td1 6 4 dd
td2 5 6 dd
rd1 5 8 100k
rd2 4 7 100k
rd3 7 0 100k
rd4 8 9 100k
qop 2=10 0=11 6=15 0=0
*lib1 opamp
q*
qop 8=10 7=11 9=15 0=0
*lib1 opamp
q*
rin 1 0 0 e 10
*time rin.e -10 15 0.2
*dc *probe v9
*run
*end

```

## 5. Przykład optymalizacji

Rys. 4a przedstawia model tranzystorowy diody tunelowej poddany optymalizacji, a rys. 4b charakterystykę zadaną.

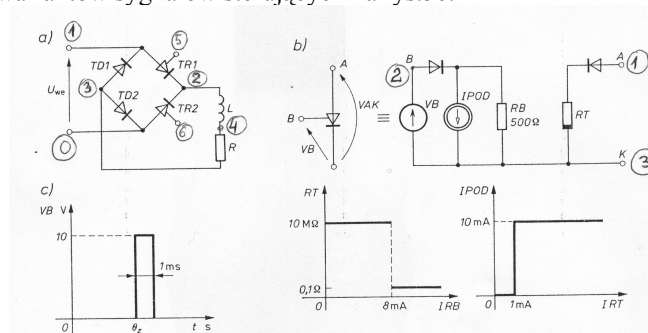


Rys. 4 Model diody tunelowej (a) i kształt zadanej charakterystyki prądowo-napięciowej

```
*circuit
*: Program optymalizacji w NAP
*list 7
:topologia obwodu
bcp107/npn/af 0.985
r1 1 2 20k
r2 2 0 1k
r3 1 3 100k
r4 4 0 4k
r5 5 0 1000
t1 3 2 4 bcp107
t2 1 3 5 bcp107
rin 11 0 0 e 1
rdiode 11 1 0
fzad/tab2/0 0 0.5 0.08m 1 0.39m 1.5 0.7m 1.7 0.85m 2 1.m 2.2 0.85m >
3 0.3m 3.2 0.33m 3.5 0.36m 4 0.4m 5 0.56m 6 0.8m 7 1.15m 8 1.6m
fdiode=1*fzad(vrin)
dif//a=1*irdiode b=-1
error=1*dif(fdiod)
*:analiza wstepna obwodu przed optymalizacja
*time rin.e 0 8 0.4
*dc *probe irdiode fdiode error
*run
*reset
*:proces optymalizacji
*time rin.e 0 8 0.4
*optim r1 r2 r3 r4 r5
*dc irdiode=fdiode
*run ztole=1e-2 zprint=2 ziter=24
*reset
*:analiza obwodu po optymalizacji
*time rin.e -0.2 8 0.2
*dc *probe irdiode fdiode error
*run
*end
```

## 6. Przykład obwodu z tyrystorem

Rys. 5a przedstawia obwód RL z tyrystorem poddany analizie. Model obwodowy tyrystora przedstawiono na rys. 5b, a jeden z możliwych wariantów sygnałów sterujących na rys.5c.



Rys. 5 Obwód z tyrystorami i model tyrystora przyjęty w analizie

```

*lib2 new : inicjalizacja biblioteki
*lib2 tyrystor +
: anoda -1
: bramka - 2
: katoda - 3
DE/diode/ gs 1000
td1 1 5 DE
td2 2 4 DE
rb 4 3 500
FIPOD/tab2/ -125 10m -10m 10m -9.9m 0.1m 9.9m 0.1m 10m 10m 125 10m
FRT/tab2/-15m 0.01 -8m 0.01 -7.9m 1meg 7.9m 1meg 8m 0.01 15m 0.01
rt 5 3 1*FRT(irb)
ipod 4 3 2*FIPOD(irt)
>

*circuit
*: obwód z tyrystorami
sin/sin/
DE/diode/gs 1000
rin 1 0 0 e=250*sin(314*time)
st1/tab2/p 20m 0 0 1.65m 0 1.66m 10 2.66m 10 2.67m 0 >
11.65m 0 11.66m 10 12.66m 10 12.67m 0 20m 0
st2/tab2/p 20m 0 0 4.99m 0 5m 10 6m 10 6.01m 0 14.99m 0 >
15m 10 16m 10 16.01m 0 20m 0
td1 3 1 DE
td2 3 0 DE
lload 2 4 0.25
rload 4 3 300
gst1 2 5 0 j 1*st2(time)
gst2 2 6 0 j 1*st2(time)
rtyr1 1 7 0
rtyr2 0 8 0
qop 7=1 5=2 2=3
*lib2 tyrystor
q*
qop 8=1 6=2 2=3
*lib2 tyrystor
q*
*time 0 40m 0.1m
*tr *probe vrlload vlload irtyr1 irtyr2 v1
*run minstep 1e-6 trunc 1e-5
*end

```

## 7. Przykładowe zadania i problemy

### Zadanie 1

Napisać program w NAP do analizy stanów nieustalonych w linii długiej bezstratnej w różnych warunkach obciążenia (stan jałowy, zwarcia i obciążenia falowego). Przyjąć model czwórnikowy. Parametry jednostkowe:  $L_0=1.8\text{mH/km}$ ,  $C_0=8\text{nF/km}$ , długość linii  $l=300\text{km}$ . Model w postaci 14 czwórników bezstratnych LC. Przy zmianach częstotliwości od 10Hz do 3kHz wykreślić charakterystyki częstotliwościowe prądu wejściowego przy stałej amplitudzie napięcia wejściowego. Wykreślić rozkład napięcia wzdłuż linii dla dwu różnych częstotliwości zasilania (długość fali odpowiadająca jednej długości linii i połówkowej długości linii). Przeprowadzić analizę TR linii przy zasilaniu napięciem stałym

### Zadanie 2

Zaprojektować filtr bikwadratowy o zadanej strukturze (układ z wielopętlowym sprzężeniem zwrotnym, układ KHN) i zadanych parametrach (filtr DP, SP, GP o danej częstotliwości środkowej, dobroci i wzmacnieniu w paśmie). Przeprowadzić analizę AC, TR i analizę wrażliwościową.

### Zadanie 3

Badanie stanu nieustalonego w obwodzie nieliniowym R, psi, C o zadanej nieliniowości cewki (funkcja TAB2).

#### Zadanie 4

Napisać program analizy DC wybranych obwodów nieliniowych rezystancyjnych z diodami i wzmacniaczami operacyjnymi. W oparciu o nie zaprojektować obwód realizujący wybrany typ charakterystyki nieliniowej (patrz przykłady na stronie 216 i 218 []).

#### Zadanie 5

Napisać program analizy AC podstawowych układów aktywnych (człon całkujący i różniczkujący, przesuwnik fazowy, FDNR). Zaprojektować układy o zadanych parametrach. Zbadać odpowiedzi czasowe na wymuszenie prostokątne i trójkątne.

#### Zadanie 6

Badanie stanów nieustalonych w obwodach RLC z tyrystorami (analiza TR): obwód jednofazowy RC, RL, RLC, obwód trójfazowy.