

Circuitos Elétricos II - 1o. semestre de 2004 - Trabalho

Fazer um programa que calcule a resposta em frequência de um circuito, usando análise nodal pura, com suporte a subcircuitos para tratamento de elementos especiais. O programa só deve saber tratar os elementos mais básicos, com todos os outros definidos como subcircuitos.

O programa deve receber como entrada um arquivo de texto "netlist" com a descrição do circuito. O arquivo contém a descrição de um elemento por linha, e alguns comandos especiais.

Descrição dos elementos básicos:

Fonte de corrente: $j_{ab} = I$

I<nome> <nó a> <nó b> <parte real de I> <parte imaginária de I>

Resistor: $j_{ab} = v_{ab}/R$

R<nome> <nó a> <nó b> <R>

Transcondutor (VCCS): $j_{ab} = Gm v_{cd}$

G<nome> <nó a> <nó b> <nó c> <nó d> <Gm>

Transcapacitor: $j_{ab} = j\omega Y v_{cd}$

Y<nome> <nó a> <nó b> <nó c> <nó d> <Y>

Subcircuito:

<nome começando pela 1a. letra do nome do subcircuito> <nó 1> ... <nó n> <valor 1>...<valor m>

Todos os nós são tratados como nomes, e numerados pelo programa na ordem em que aparecem. Os valores numéricos são números reais, em qualquer formato. Não implemente multiplicadores nos números como "m", "k", etc. Os nomes são separados um ou mais espaços. Coloque um limite no tamanho dos nomes, de, digamos, 10 caracteres, ignorando os demais se existirem.

Comandos:

Comentário:

*<texto>

Definição de subcircuito:

.SUBCKT <nome> <nó 1> ... <nó n> (<valor 1> ... <valor m>)

descrição dos elementos do subcircuito, um por linha.

.ENDS

Definição da análise a fazer:

.AC <LOG ou LIN> <total de pontos> <freq. inicial> <freq final> <Hz ou rad/s>

Definição do que mostrar:

.PRINT <variável ... variável>

Todas as variáveis são tensões nodais, referenciadas pelos nomes dos nós. O programa deverá gerar uma tabela em que em cada linha aparecem a frequência, seguida dos módulos e das fases das tensões nodais selecionadas. Módulos em dB e fases em graus. A primeira linha deve conter os nomes das variáveis.

frequência |V1| ∠V1 |V2| ∠V2 ...

Observações:

O resistor foi incluído, embora possa ser feito com o transcondutor, para que não seja necessário inverter o valor do parâmetro.

A definição de subcircuito é similar à do SPICE, mas admite também valores. A chamada é como se fosse um elemento normal (diferente do SPICE).

A definição de um capacitor, por exemplo, seria:

.SUBCKT C a b (c)

Y a b a b c

.END

E uma chamada seria:

Cestaqui 1 2 10e-12

O que corresponde a: Y 1 2 1 2 10e-12

Os subcircuitos podem ter nós internos, que devem ser renomeados automaticamente pelo programa com nomes únicos (pois um subcircuito pode ser usado várias vezes) e numerados como os demais. O nó de terra é o '0', fora ou dentro de um subcircuito.

Os subcircuitos devem ser declarados antes de serem usados.

Não é necessário permitir subcircuitos declarados em subcircuitos (mas não é muito difícil), mas subcircuitos previamente declarados devem poder ser usados em outros subcircuitos.

O programa deve ser testado com circuitos que contenham as quatro fontes controladas, amplificadores operacionais ideais, capacitores, indutores e transformadores, com respostas em frequência não triviais.

Os modelos dos elementos especiais devem corresponder à análise nodal modificada convencional.

Formato das chamadas aos elementos especiais:

Fonte de tensão:

V<nome> <nó a> <nó b> <parte real de I > <parte imaginária de I >

Amplificador de tensão (VCVS): $v_{ab} = Av v_{cd}$

E<nome> <nó a> <nó b> <nó c> <nó d> <Av>

Amplificador de corrente (CCCS): $j_{ab} = Ai j_{cd}$

F<nome> <nó a> <nó b> <nó c> <nó d> <Ai>

Transresistor (CCVS): $v_{ab} = Rm j_{cd}$

H<nome> <nó a> <nó b> <nó c> <nó d> <Rm>

Capacitor: $j_{ab} = j\omega C v_{ab}$

C<nome> <nó a> <nó b> <C>

Indutor: $v_{ab} = j\omega L j_{ab}$

L<nome> <nó a> <nó b> <L>

Transformador de 2 enrolamentos:

$v_{ab} = j\omega L_1 j_{ab} + j\omega M j_{cd}$

$v_{cd} = j\omega M j_{ab} + j\omega L_2 j_{cd}$

N<nome> <nó a> <nó b> <nó c> <nó d> <L₁> <L₂> <M>

Amplificador operacional ideal: $v_{ab} = \infty v_{cd}$

O<nome> <nó a> <nó b> <nó c> <nó d>

Opcionais:

Implementar outros elementos, como:

Transistor bipolar com parâmetros h, Cbe e Cbc.

Transistor MOS com Gm, Gds, Cgs e Cgd.

Girador.

Transformador ideal.

Transformador de 3 enrolamentos.

Amplificador operacional com ganho $Av(s)=GB/s$, ou $Av(s)=A_0P/(s+P)$

Plotar as respostas, em vez de usar um programa externo para plotar as tabelas.

Adicionar um comando:

.INC <nome de arquivo>

que inclui um arquivo no netlist. É útil para incluir bibliotecas de subcircuitos.

O trabalho pode ser feito por grupos de até 3 alunos. Em C, Pascal, ou outra linguagem de alto nível, para ambiente Windows ou Linux. Evite-se DOS. Não pode ser em Matlab ou algo similar.

Alguns testes (parte funcional do netlist apenas):

* Filtro elíptico LC duplamente terminado de quinta ordem. Saída no nó 3, corte em 10000 rad/s.

R1 1 2 5E+1

R5 0 3 5E+1

L2 2 4 2.93041071308764E-3

L4 4 3 4.40813847452404E-3

C1 0 2 2.83034941485349E-6

C2 2 4 2.17074961224306E-6

C3 0 4 4.26134931393735E-6

C4 4 3 7.28795351265937E-7

C5 0 3 3.68843648647713E-6

Vin 1 0 1 0

* Mesmo filtro, mas sem indutores. Saída no nó 2.

R0000 0 0 5E+1 1E+4

R0100 1 0 5E+1

R0002 0 2 5E+1

C0001 0 1 2.83034941485349E-6

C0103 1 3 2.17074961224306E-6

C0003 0 3 4.26134931393735E-6

C0302 3 2 7.28795351265937E-7

C0002 0 2 3.68843648647713E-6

C0400 4 0 2.93041071308764E-3

C0005 0 5 4.40813847452404E-3

G0005 0 5 2 3 1

G0203 2 3 0 5 -1

H0601 6 1 7 0 -1

H0407 4 7 3 6 1

Iin 0 1 2.00000000000102E-2 0

Faça outros exemplos que usem todos os componentes. É simples fazer transformações em um circuito como o do exemplo que usem outros componentes, mas resultem na mesma resposta.

Por: Antonio Carlos M. de Queiroz - acmq@ufrj.br

Criado: 2/4/2004

Última modificação: 6/4/2004