

基于OrCAD的
电子线路计算机辅助设计

第五讲ABM器件

简介

- ABM（Analog behavioral modeling）是通过模拟器件行为建模的器件。
- 通过调用数学函数及查表的方法灵活的描述电子器件，不需要用具体的电子器件设计电路。
- 对于一些原理分析及电子系统分析中需要用到的功能，特别是对于一些器件建模，采用ABM器件会给电路的仿真设计及分析带来极大的方便。

器件分类

- ABM库中的器件分为控制系统器件以及PSpice等效器件。
- 控制系统器件的参考电压被预先设置为对地电压。这样每个控制的输入和输出就可以用器件中的一个引脚描述。
- PSpice等效器件反映了Pspice中E 和 G 类器件的结构。这类器件为差分输入和双端输出器件。

控制系统器件

- 控制系统器件拥有单引脚输入和输出。
- 输入和输出的基准电压为SOURCE.OLB库中的模拟器件ground (0)（即接地）。
- 对PSpice而言，这些器件不必通过输入电阻或者仿真负载而直接连接。

基本器件、限幅、滤波、微积分

种类	器件名称	含义	参量
基本元件	CONST	常量	VALUE
	SUM	加法器	
	MULT	乘法器	
	GAIN	放大器	GAIN
	DIFF	减法器	
限幅器	LIMIT	硬限幅器	LO, HI
	GLIMIT	增益限幅器	LO, HI, GAIN
	SOFTLIM	软(tanh)限幅器	LO, HI, GAIN
切比雪夫滤波器	LOPASS	低通滤波器	FP, FS, RIPPLE, STOP
	HIPASS	高通滤波器	FP, FS, RIPPLE, STOP
	BANDPASS	带通滤波器	F0, F1, F2, F3, RIPPLE, STOP
	BANDREJ	带阻滤波器	F0, F1, F2, F3, RIPPLE, STOP
积分器和微分器	INTEG	积分器	GAIN, IC
	DIFFER	微分器	GAIN

查表、拉普拉斯变换、数学函数

种类	器件名称	含义	参量
查表	TABLE	查表	ROW1...ROW5
	FTABLE	频率查表	ROW1...ROW5
拉普拉斯变换	LAPLACE	拉普拉斯表达式	NUM, DENOM
数学函数 (x为输入信号)	ABS	$ x $	
	SQRT	$x^{1/2}$	
	PWR	$ x ^{EXP}$	EXP
	PWRS	x^{EXP}	EXP
	LOG	$\ln(x)$	
	LOG10	$\log(x)$	
	EXP	e^x	
	SIN	$\sin(x)$	
	COS	$\cos(x)$	
	TAN	$\tan(x)$	
	ATAN	$\tan^{-1}(x)$	
	ARCTAN	$\tan^{-1}(x)$	

表达式函数

种类	器件名称	含义	参量
表达式函数	ABM	无输入端,输出V	EXP1...EXP4
	ABM1	1个输入端,输出V	EXP1...EXP4
	ABM2	2个输入端,输出V	EXP1...EXP4
	ABM3	3个输入端,输出V	EXP1...EXP4
	ABM/I	无输入端,输出I	EXP1...EXP4
	ABM1/I	1个输入端,输出I	EXP1...EXP4
	ABM2/I	2个输入端,输出I	EXP1...EXP4
	ABM3/I	3个输入端,输出I	EXP1...EXP4

基本器件

- 基本产生基本函数，在大多数情况下不需要规定属性值。
- **CONST** 常数器件，属性**VALUE**值作为器件的输出。
- **SUM**加法器件，将两个输入信号相加，输出和值。有两个输入端和一个输出端。
- **MULT**乘法器件，将两个输入信号相乘，输出积值。有两个输入端和一个输出端。
- **GAIN**恒定增益器件，属性**GAIN**值与输入信号相乘作为输出结果。有一个输入端和一个输出端
- **DIFF**减法器件，将两个输入信号相减，输出差值。有两个输入端和一个输出端。

限幅器

- 限幅器可以将输出值限制在预先设定的范围内。
- **LIMIT** 硬限幅器件，将输出的电压值限制在由参数HI设定的上限和参数LO设置的下限之间。参数HI是上限值，LO是下限值。
- **GLIMIT** 增益限幅器件，器件功能类似于一个线性运算放大器，增益用于输入电压，输出信号则被限制在LO和HI参数限定的区域内。参数HI是上限值，LO是下限值，GAIN是恒定增益。
- **SOFTLIMIT** 软限幅器件，像LIMIT器件一样使用限幅函数，但是该器件使用的是一个连续的限幅函数而非离散的限幅函数。HI上限值，LO下限值，GAIN恒定增益，A、B、V、TANH用来确定限制函数的内参量

切比雪夫滤波器

➤ 低通滤波器LOPASS

FS禁带频率FP通带频率
RIPPLE通带脉动系数 (dB)
STOP禁带衰减系数 (dB)

➤ 高通滤波器HIPASS

FS禁带频率FP通带频率
RIPPLE通带脉动系数 (dB)
STOP禁带衰减系数 (dB)

➤ 带通滤波器BANDPASS

RIPPLE通带脉动系数 (dB)
STOP禁带衰减系数 (dB)
F0, F1, F2, F3截止频率

➤ 带阻滤波器BANDREJ

RIPPLE通带脉动系数 (dB)
STOP禁带衰减系数 (dB)
F0, F1, F2, F3截止频率

积分器和微分器

- **INTEG** 积分器件，参数IC是积分器输出初始条件，GAIN是增益值。
- **DIFFER** 微分器件，参数GAIN是增益值。

查表器件

- TABLE和FTABLE提供了一个可供查询的表。表中包含了基于一组数据点的输入输出关联。

TABLE

- 器件的响应被定义在一个包含五组数据的表中。每一组都包含一个输入值和相应的输出值。

FTABLE

- 频率响应查表器件，以幅度相位形式或者复数形式在表中定义。幅度和相位单位为dB和度。
- 注意：表格中的频率项必须按照由低到高的顺序排列。

数学函数

器件名称	输出类型
ABS	取输入信号绝对值
SQRT	取输入信号平方根
PWR	取输入信号绝对值的次方幂，幂指数为EXP
PWRS	取输入信号值的次方幂，幂指数为EXP
LOG	取输入信号的自然对数
LOG10	取输入信号的以10为底的对数
EXP	取以输入信号为幂指数的e次方幂值（即 e^x ，其中的x为输入信号）
SIN	取输入信号的sin值 (输入单位为弧度)
COS	取输入信号的cos值 (输入单位为弧度)
TAN	取输入信号的tan值 (输入单位为弧度)
ATAN, ARCTAN	取输入信号的 \tan^{-1} 值 (输出单位为弧度)

ABM 表达式器件

- 这些器件可以通过定制实现多种需要的功能。每个器件都有一组四个如下形式的表达式模块： $EXPn$ ，其中 $n = 1, 2, 3, 4$ 。
- 在生成网表期间，通过依次连接四个模块形成完整的表达式，从而给出传输函数的定义。表达式的第一部分必须放在模块1中，第二部分放在模块2中，以此类推。
- 表达式属性可以通过输入信号标识符和算子的结合定义。可以在一个表达式语句中使用所有的标准PSpice运算符。也可以通过使用 $EXPn$ 属性参量描述网络节点或常量。

表达式器件列表

器件名称	输入	输出
ABM	无输入端	输出V
ABM1	1个输入端	输出V
ABM2	2个输入端	输出V
ABM3	3个输入端	输出V
ABM/I	无输入端	输出I
ABM1/I	1个输入端	输出I
ABM2/I	2个输入端	输出I
ABM3/I	3个输入端	输出I

PSpice等效器件

- PSpice等效器件对差分输入作出响应并有双端输出。
- ABM中所有的PSpice等效器件能够被划分为E型或者G型器件。E型器件输出电压信号，G型器件输出电流信号
- 器件的传输函数支持电压信号和电流信号的任意混合作为输入信号。
- 输出需要电压信号，使用E型器件。如果输出需要电流信号，使用G型器件。

等效器件列表

器件类型	器件名称	描述	参量
数学表达式	EVALUE	普通用途	EXPR
	GVALUE		
	ESUM	特殊用途	(none)
	GSUM		
	EMULT		
	GMULT		
查表	ETABLE	普通用途	EXPR
	GTABLE		TABLE
频率查表	EFREQ	普通用途	EXPR
	GFREQ		TABLE
拉普拉斯变换	ELAPLACE	普通用途	EXPR
	GLAPLACE		XFORM

器件格式

➤ E和G型PSpice器件的通常格式扩展为如下形式:

E <name> <connecting nodes> <ABM keyword> <ABM function>

G <name> <connecting nodes> <ABM keyword> <ABM function>

<name>	附加在 E或G型器件符之后的器件名称
<connecting nodes>	指定器件所连接的输入输出节点对<(+ node name, - node name)>
<ABM keyword>	指定使用传输函数的形式, 包括: VALUE 算术表达式 TABLE 查表 LAPLACE 拉普拉斯变换 FREQ 频率响应表 CHEBYSHEV 切比雪夫滤波器特性
<ABM function>	根据<ABM keyword>项来指定公式或者项目表作为传输函数

EVALUATE和GVALUE器件

- 允许瞬态传输函数为用标准符号写成的数学表达式。
- 接受输入信号，根据属性表达式执行特殊的函数，在输出引脚上输出结果。
- 受控源中的表达式可能包含常数和参数，如电压、电流或时间。电压可能为一个网络节点上的电压，如V(5)。也有可能是两个网络节点之间的电压，如V(4,5)。电流则一定流经一个电压源(V器件)，比如I(VSENSE)。
- 表达式可以使用函数、算术符号、括号。“+、-、*、/、（）”可同时用于表达式。

EMULT、GMULT、ESUM、GSUM

- EMULT和GMULT器件输出信号的产生基于两个输入源的乘积。ESUM和GSUM器件输出信号的产生基于两个输入源之和。完整的传输函数同样可能包含其他数学表达式。
- 示例：计算电阻VSENSE的瞬时功率。其原理为将通过VSENSE的电流（通过H1转化为电压）与VSENSE上的压降相乘。

查表(ETABLE和GTABLE)

- 通过表描述传输函数。适用于有规则的数据。
- ETABLE参量：
TABLE (-15, -15), (15,15)
EXPR V(%IN+, %IN-)
- GTABLE参量：
TABLE (-15, -15), (15,15)
EXPR V(%IN+, %IN-)
- 首先通过计算EXPR得到数值，然后用该值查表。
- EXPR为输入信号（电流或电压）的函数，并遵循与VALUE表达式相同的规则
- 表由成对的数值组成。每对数值中前者为输入，后者为相应的输出。
- 若输入为相邻两个数字之间的值，用线性内插法计算输出值。
- 输入信号超出表的范围时，该器件的输出为最小（或最大）输入信号所对应的输出值。

频率响应表 (EFREQ和GFREQ)

- 以幅度/相位域或者复数域的形式表述。
- 表中数值被读入后幅度和相位单位分别转化为dB和度。
- 若输入值在两个相邻的数值之间，用插入法计算输出。相位通过线性内插法计算，幅度采用对数内插法计算（即在dB单位下用线性内插法计算）。
- 对于超出表中数值范围的输入频率，输出信号幅度为0。

频率响应表参数

EXPR	用于查表的值；若此项为空则缺省为输入V(%IN+, %IN-)
TABLE	用一系列（输入频率、幅度、相位）三元组或（输入频率、实部、虚部）三元组描述一个复数值。若此项为空，缺省为(0,0,0) (1Meg,-10,90)
DELAY	群时延增量，如果此项为空时，值为0
R_I	表的类型；如果此项为空，则频率分配表的格式为（输入函数、幅度、相位）；如果用任意值（如YES）定义该项，表的格式为（输入函数、实部、虚部）
MAGUNITS	幅度单位，可以为分贝DB或者原来幅度单位MAG；此项为空时缺省单位为DB
PHASEUNITS	相位单位，可以为度DEG或者弧度RAD，此项为空时缺省单位为度DEG

End