

Multisim 14 以 SPICE(Simulation Program With Circuit Emphasis)程序为基础,可以对模拟电路、数字电路和混合电路进行仿真和分析。Multisim 对电路进行仿真的过程分为 4 步。

(1) 创建电路图: 从 Multisim 14 库中选择所需元件,将其拖放到电路图中,设定元件参数,连接元件。

(2) 设定仿真器: 选择合适的仿真器,如 DC Sweep(直流扫描)、AC Sweep(交流扫描)或 Transient Analysis(瞬态分析)等,并根据需要设置仿真参数。

(3) 运行仿真: 单击“仿真”按钮,开始进行电路仿真。

(4) 输出仿真结果: 运算结果以数据、波形、曲线等形式输出。

Multisim 14 对电路进行仿真分析的方法共 19 种,本章主要介绍其中 7 种基本分析方法:

(1) 直流工作点分析(DC Operating Point Analysis);

(2) 交流扫描分析(AC Sweep Analysis);

(3) 瞬态分析(Transient Analysis);

(4) 傅里叶分析(Fourier Analysis);

(5) 噪声分析(Noise Analysis);

(6) 失真分析(Distortion Analysis);

(7) 直流扫描分析(DC Sweep Analysis)。

利用 Multisim 14 提供的这些基本分析方法,可以了解电路的基本状况、测量和分析电路的各种响应,其分析精度和测量范围比用实际仪器测量的精度高、范围宽。本章将详细介绍这些基本分析方法的作用、建立分析过程的方法、分析工具中对话框的使用以及测试结果的分析等方面的内容。

5.1 Multisim 14 的结果分析菜单

Multisim 14 的结果分析菜单是在每种分析方法的参数设置(参数设置在每种分析中详细介绍)完毕后,单击“仿真”按钮进行仿真后出现的菜单,如图 5.1.1 所示。

另外,工具栏还有一些特殊的按钮,其功能如图 5.1.2 所示。

(1) 单击菜单栏中 Edit 下的 Page Properties 显示页面属性对话框,设置页面属性,如图 5.1.3 所示。

Name: 页名。

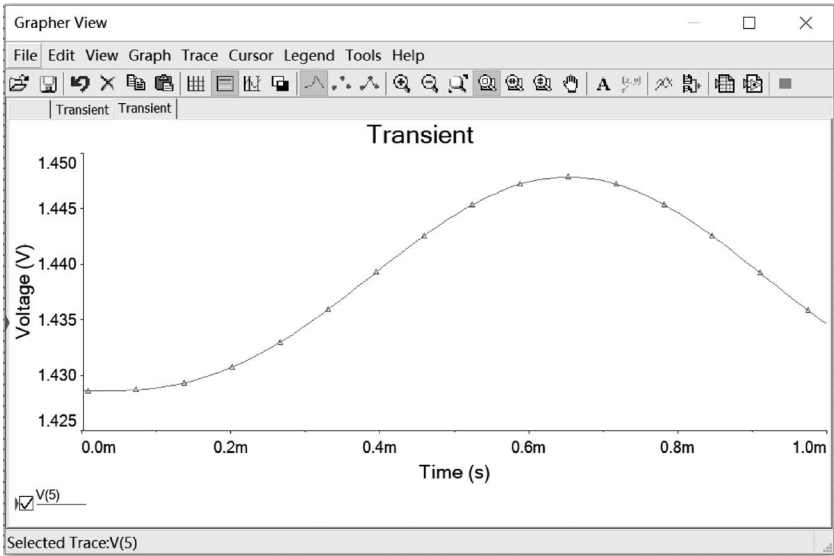


图 5.1.1 仿真结果图

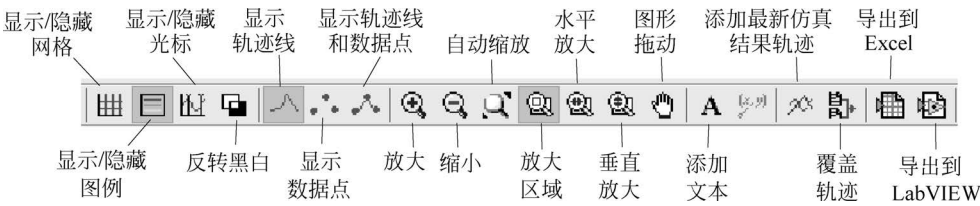


图 5.1.2 分析菜单中的工具栏

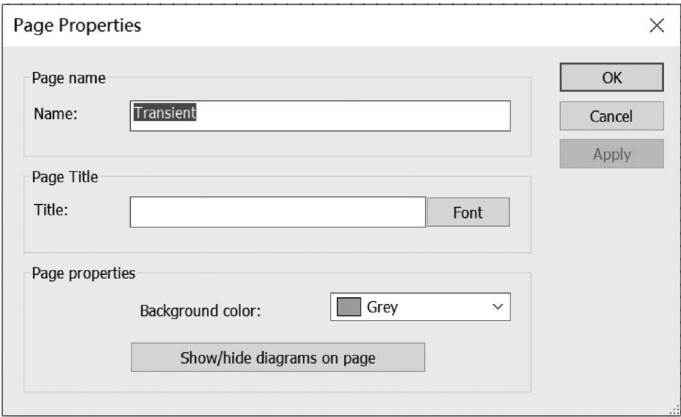


图 5.1.3 Page Properties(页面属性)对话框

Title: 页面标题。

Page Properties: 页面属性。

Background color: 背景颜色。

Show/hide diagrams on page: 在页面显示/隐藏图或曲线图。

(2) 单击菜单栏中 Graph 下的 Graph Properties 显示图表属性对话框,设置图表属性。

General 选项卡的设置如图 5.1.4 所示,该页为常规设置页。

Title: 图表标题。

Grid: 网格区。

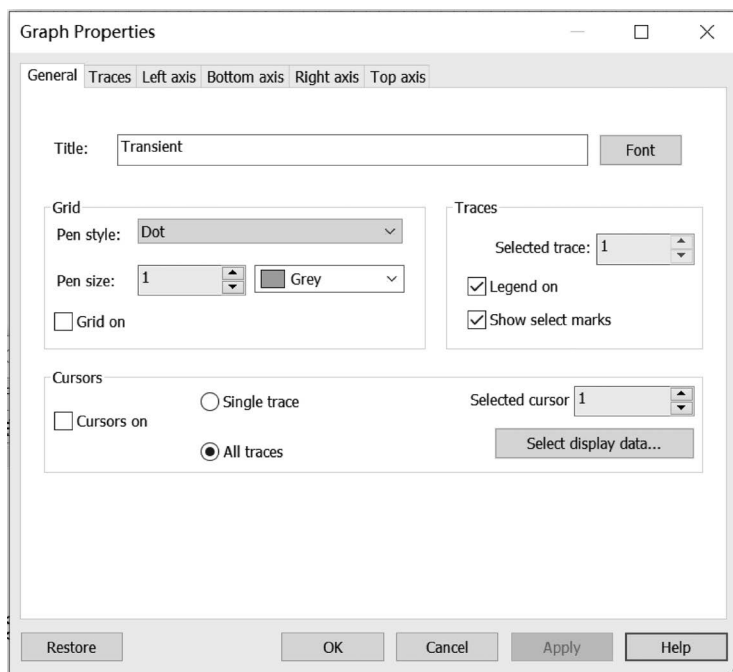


图 5.1.4 Graph Properties(图表属性)对话框

其中, Pen size 为曲线的粗细设置, Grid On 为显示/隐藏网格。

Traces: 曲线设置。其中, Legend on 为是否显示图例, Show select marks 为显示/隐藏选择标记。

Cursors: 读数指针的设置。其中, Cursors on 为是否使用读数指针, Single trace 为单个曲线, All traces 为全部曲线。

Traces 选项卡的设置如图 5.1.5 所示, 该页为曲线设置页。

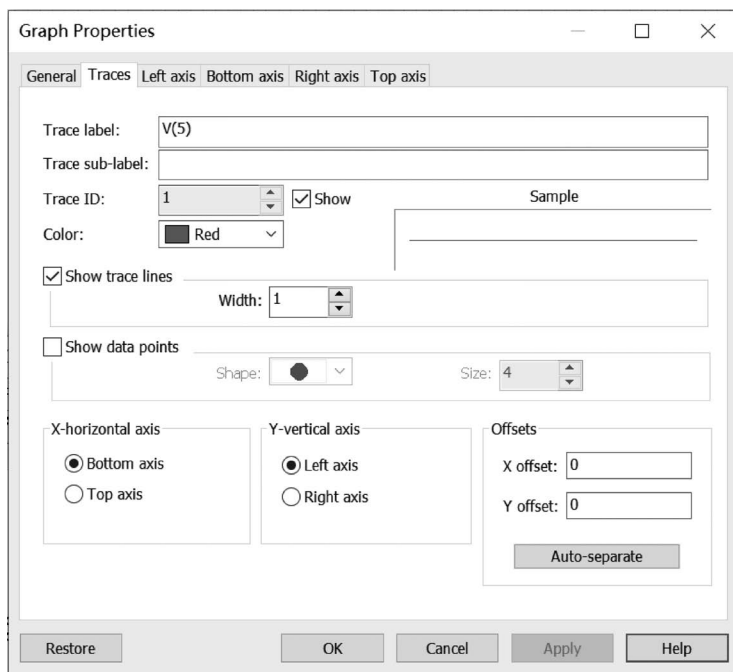


图 5.1.5 Traces 设置对话框

Trace label: 该条曲线的标签。

Trace sub-label: 该条曲线的子标签。

Trace ID: 曲线的编号。

Show trace lines: 曲线的粗细设置。

Sample: 显示该曲线经设置后的样式,若同时有多条曲线显示在同一坐标上,需分别进行设置。

Color: 曲线的颜色设置。

X-horizontal axis: 选择横坐标的放置位置(顶部或底部)。

Y-vertical axis: 选择纵坐标的放置位置(左侧或右侧)。

Offsets: 设置 X、Y 轴的偏移; 若单击 **Auto-separate** 按钮,则由程序自动设定。

Left axis 选项卡的设置如图 5.1.6 所示,该页用于对曲线左边的纵坐标进行设置。

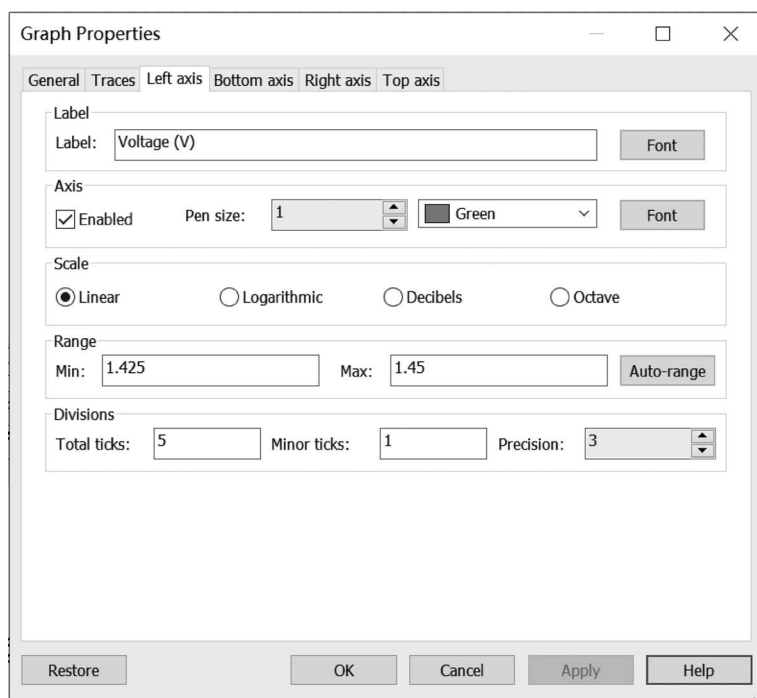


图 5.1.6 Left axis 设置对话框

Label: 设置纵坐标的名称。

Axis: 选择是否显示轴线以及轴线的颜色。

Scale: 设置纵坐标轴的刻度。

Range: 设置刻度范围(Min 输入最低刻度,Max 输入最高刻度)。

Divisions: 确定的刻度范围分成多少格,以及最小标注。

关于下边(Bottom axis)、右边(Right axis)、上边(Top axis)选项卡的设置与左边(Left axis)设置类似。

5.2 直流工作点分析

直流工作点分析又称为静态工作点分析,目的是求解在直流电压源或直流电流源作用下电路中的电压和电流。例如,在分析晶体三极管放大电路时,首先要确定电路的静态工作点,

以便使放大电路能够正常工作。在进行直流工作点分析时,电路中的交流信号源自动被置零,即交流电压源短路、交流电流源开路;电感短路、电容开路;数字元件被视为高阻接地。

5.2.1 直流工作点分析步骤

直流工作点分析按以下步骤进行。

(1) 在电路工作窗口创建需进行分析的电路。

(2) 单击菜单栏中 Edit 菜单下 Properties 命令,在 Sheet visibility 选项卡下,如图 5.2.1 所示选定 Net names 中的 Show all,把电路中的节点标志显示到电路图上。

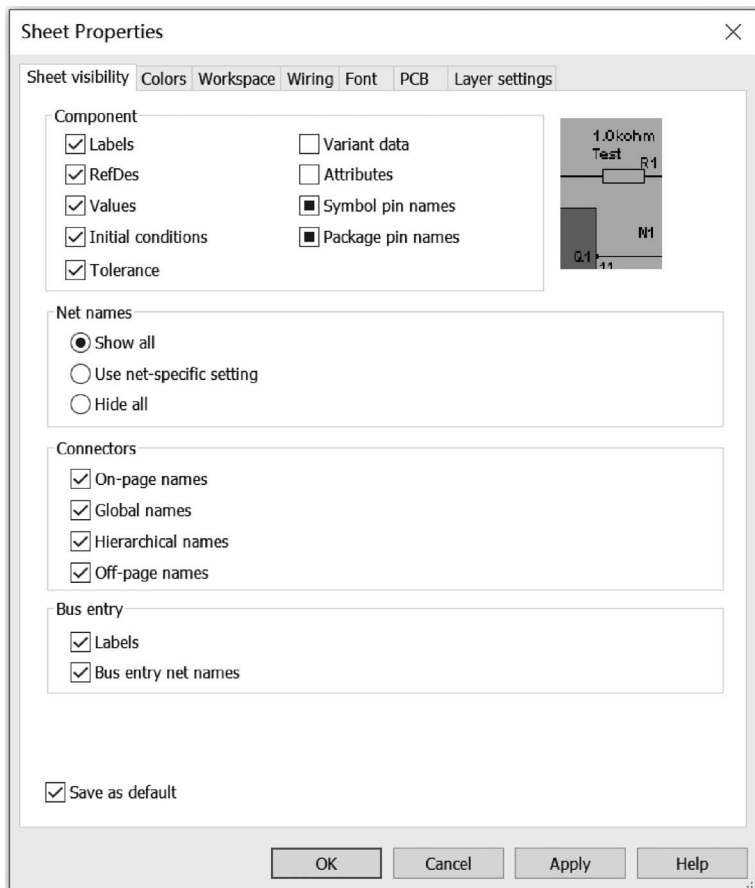


图 5.2.1 Sheet Properties 对话框中的 Sheet visibility 选项卡

(3) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/DC Operating Point 命令,在 Output/Variables in circuit 下显示电路中所有节点标志和电源支路的标志,选定所要分析的量加入到右边的 Selected variables for analysis 栏下,然后单击此分页下的 Run 按钮进行仿真。Multisim 14 会把电路中所有节点的电压数值和电源支路的电流数值,自动显示在 Grapher View(分析结果图)中。

5.2.2 直流工作点分析举例

【例 5.1】 试求图 5.2.2 所示的电路的直流工作点。

分析步骤:

(1) 新建电路原理图,操作步骤参见 2.2.5 节,按图 5.2.2 创建电路。

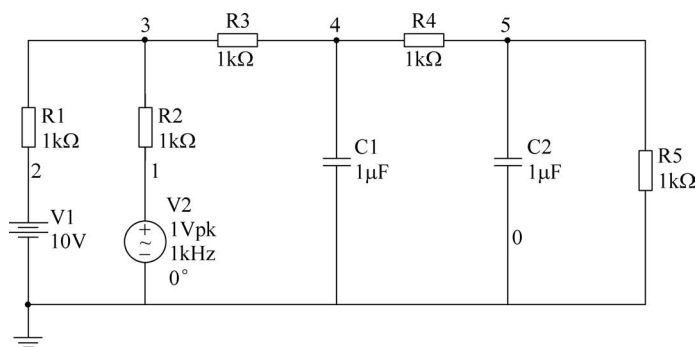


图 5.2.2 待分析电路

(2) 单击菜单栏中 Edit 菜单下 Properties 命令,在 Sheet Visibility 选项卡下,选定 Net names 中的 Show all 的设置,得到电路如图 5.2.2 所示,节点全部显示在电路原理图中。

(3) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/DC Operating Point 命令,在 Output/Variables in circuit 下显示电路中所有节点标志和电源支路的标志如图 5.2.3 所示。

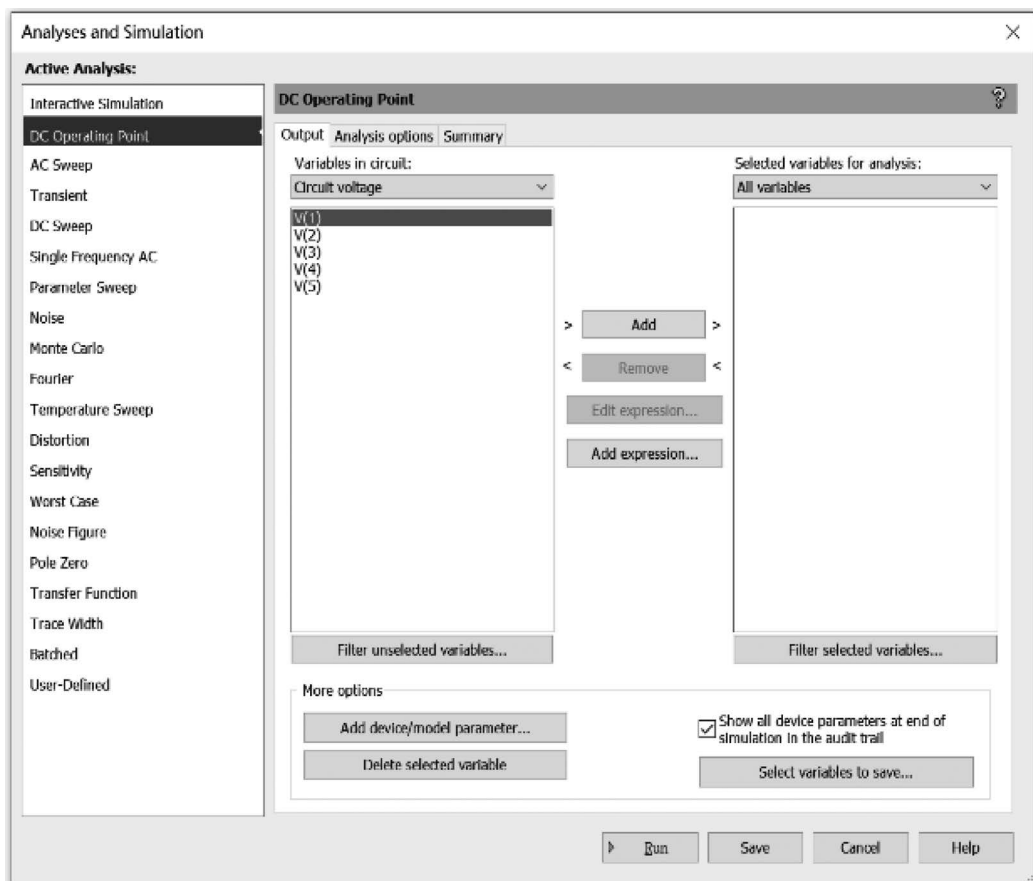


图 5.2.3 DC Operating Point 对话框 Output 选项卡

选定所要分析的量加入到右边的 Selected variables for analysis 栏下,然后单击此页面下的 Run 按钮进行仿真,Multisim 14 会把电路中所有选中节点的电压数值和电源支路的电流数值,自动显示在 Grapher View(分析结果图)中,结果如图 5.2.4 所示。

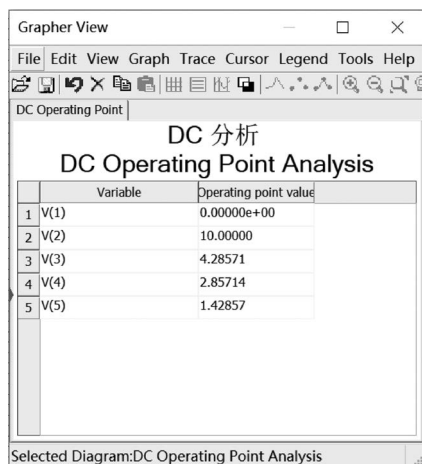


图 5.2.4 DC Operating Point 分析结果

5.3 交流扫描分析

交流扫描分析用于分析电路的幅频特性和相频特性。需先选定被分析的电路节点,在分析时电路中的直流源将自动置零,交流信号源、电容、电感等均处在交流模式,输入信号设定为正弦波形式。若把函数信号发生器的其他信号作为输入激励信号,在进行交流频率分析时,会自动把它作为正弦波输入,因此输出响应也是该电路交流频率的函数。如果对电路中某节点进行计算,结果会产生该节点电压幅值随频率变化的曲线(即幅频特性曲线)以及该节点电压相位随频率变化的曲线(即相频特性曲线),其结果与波特图仪分析结果相同。

5.3.1 交流扫描分析步骤

交流扫描分析按以下步骤进行。

- (1) 在电路工作窗口创建需进行分析的电路,并设定输入信号的幅值和相位。
- (2) 单击菜单栏中 Edit 菜单下 Properties 命令,在 Sheet Visibility 选项卡下,选定 Net names 中的 Show all,把电路中的节点标志显示到电路图上。
- (3) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/AC Sweep 命令,打开相应的对话框如图 5.3.1 所示,在 Frequency parameters 选项卡中,设置仿真参数。

Start frequency(FSTART): 扫描起始频率。默认设置为 1Hz。

Stop frequency(FSTOP): 扫描终点频率。默认设置为 1GHz。

Sweep type: 扫描类型。横坐标刻度形式有十倍频(Decade)、线性(Linear)和八倍频程(Octave)三种。默认设置为 Decade。

Number of points per decade: 显示点数。默认设置为 10。

Vertical scale: 纵坐标刻度。纵坐标刻度有对数(Logarithmic)、线性(Linear)、八倍频程(Octave)和分贝(Decibel)四种形式。默认设置为 Logarithmic。

在 Output 选项卡中,设置待分析的物理量。

- (4) 单击 Run 按钮,即可在 Grapher View 上获得被分析物理量的频率特性。Magnitude 为幅频特性,Phase 为相频特性。

- (5) 单击 Cancel 按钮,停止仿真。

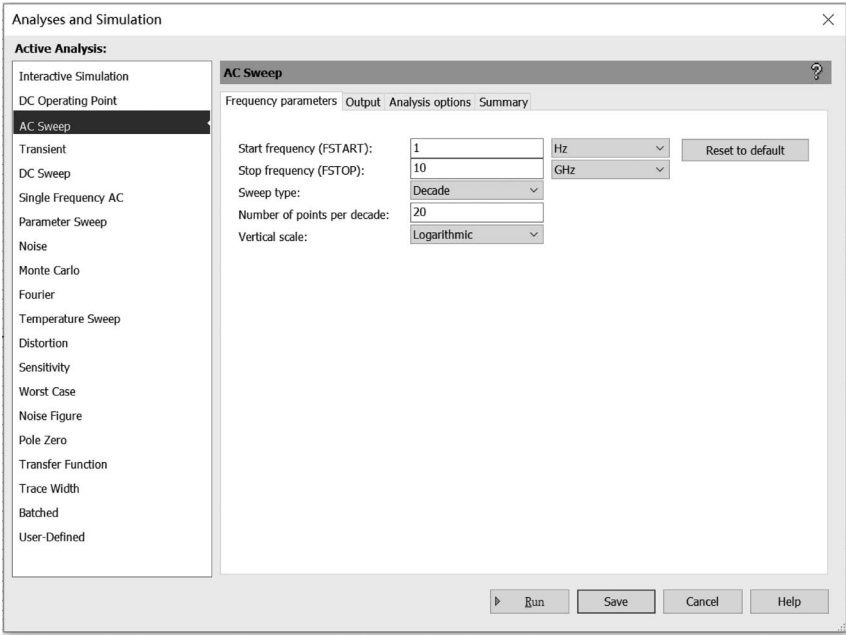


图 5.3.1 AC Sweep 对话框中的频率参数设置选项卡

5.3.2 交流扫描分析举例

【例 5.2】 在例 5.1 基础上,对电路中的节点 5 进行交流扫描分析。

解: 单击 Simulate/Analyses and Simulation/AC Sweep 命令,在 Frequency parameters 选项卡中,设置仿真参数。

Start frequency(FSTART): 1Hz。

Stop frequency(FSTOP): 10MHz。

Sweep type: Decade。

Number of points per decade: 10。

Vertical scale: Logarithmic。

在 Output 选项卡中,设置待分析的节点 5。

单击 Run 按钮,分析结果如图 5.3.2 所示。

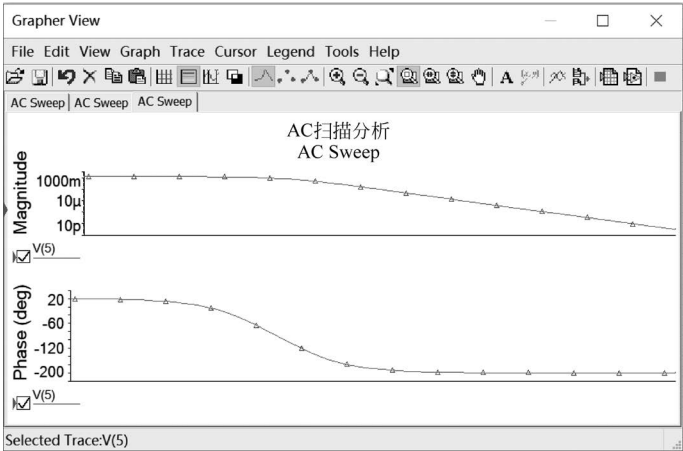


图 5.3.2 交流扫描分析结果

5.4 瞬态分析

瞬态分析是指所选定的电路节点的时域响应,即观察该节点在整个显示周期中每一时刻的电压波形。在瞬态分析时,直流电源保持常数;交流信号源随时间改变,是时间的函数;电容和电感都是能量存储模式元件。

5.4.1 瞬态分析步骤

瞬态分析按以下步骤进行。

- (1) 在电路工作窗口创建需进行分析的电路。
- (2) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/Transient 命令,打开相应的对话框如图 5.4.1 所示,在 Analysis parameters 选项卡中设置仿真参数。

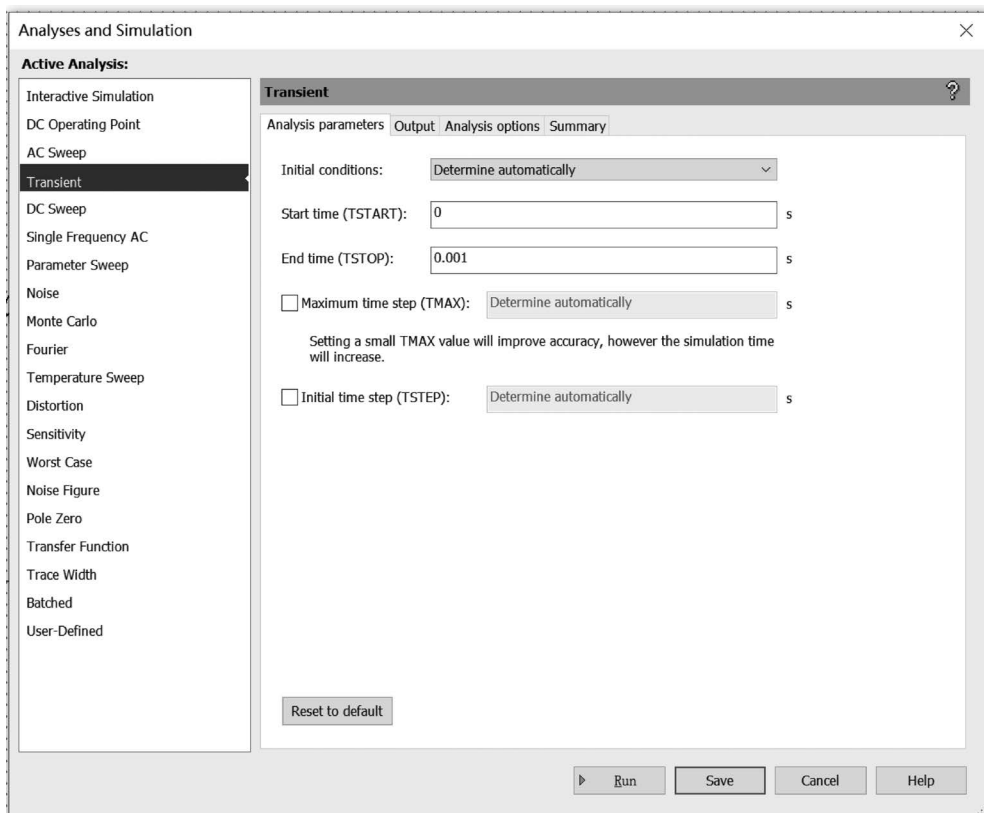


图 5.4.1 瞬态分析对话框中 Analysis parameters 选项卡

Initial conditions 下的选项有以下几种。

- ① Set to Zero: 零初始条件。默认设置为不选。如果从零初始状态开始分析则选择此项。
- ② User-defined: 自定义初始条件。默认设置为不选。如果从用户定义的初始条件开始进行分析则选择此项。
- ③ Calculate DC operating point: 计算直流工作点。默认设置为不选。如果将直流工作点分析结果作为初始条件开始分析则选择此项。
- ④ Determine automatically: 自动决定初始条件。默认设置为选用。仿真时先将直流工

作点分析结果作为初始条件开始分析,如果仿真失败则由用户自定义初始条件。

Start time: 起始时间。要求暂态分析的起始时间必须大于或等于零,且小于终止时间。默认设置为 0s。

End time: 终止时间。要求暂态分析的终止时间必须大于起始时间。默认设置为 0.001s。

Maximum time step(TMAX): 仿真时能达到的最大时间步长。默认设置为 0.00001s。

Initial time step(TSTEP): 仿真初始时间步长设置。默认设置为 0.00001s。

(3) 在 Output 选项卡中,设置待分析的节点。单击 Run 按钮,得到分析结果。

瞬态分析的结果即电路中该节点的电压波形图。也可以用示波器把它连至需观察的节点上,打开电源开关得到相同的结果。

5.4.2 瞬态分析举例

【例 5.3】 在例 5.1 基础上,对电路中的节点 5 进行瞬态分析。

解: 单击 Simulate/Analyses and Simulation/Transient 命令,打开相应的对话框,在 Analysis parameters 选项卡中,设置仿真参数如图 5.4.2 所示。得到的瞬态分析结果如图 5.4.3 所示。

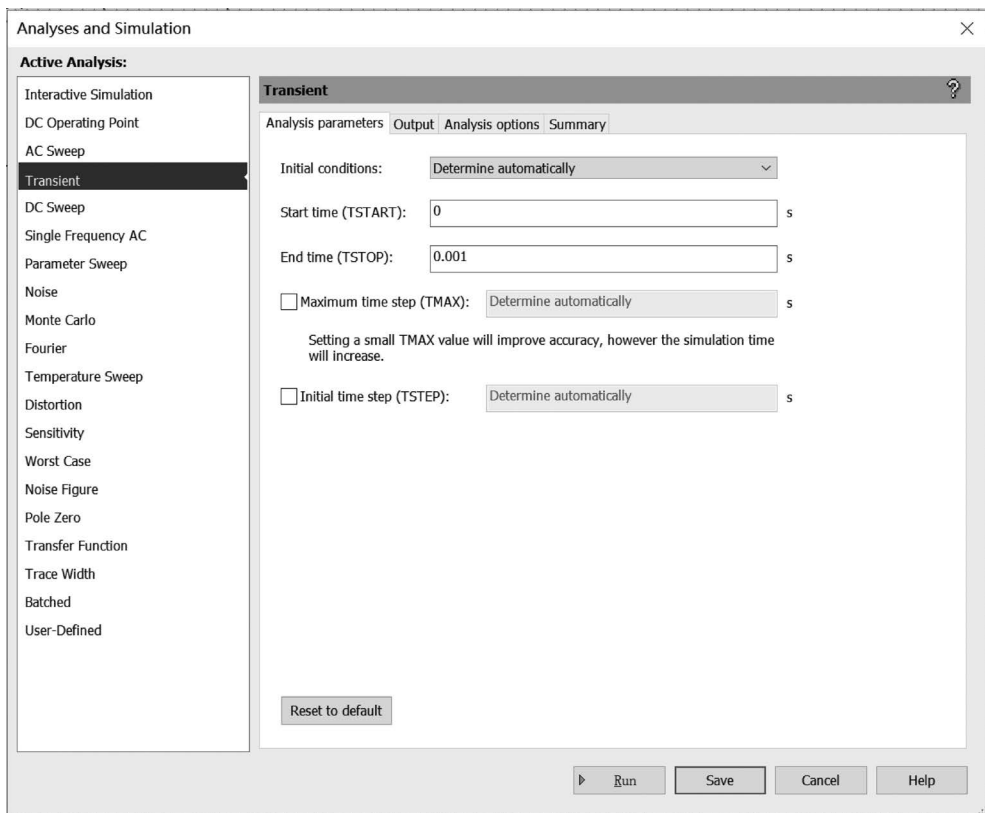


图 5.4.2 Transient 对话框中 Analysis parameters 选项卡

【例 5.4】 试用瞬态分析绘出如图 5.4.4 所示的晶体二极管整流滤波电路的输出电压波形。

解: 新建电路原理图,操作步骤参见 2.2.5 节,按图 5.4.4 创建电路。

单击 Simulate/Analyses and Simulation/Transient 命令,打开 Transient 对话框,在 Analysis parameters 选项卡中,设置仿真参数如下:

Set to Zero: 选用。

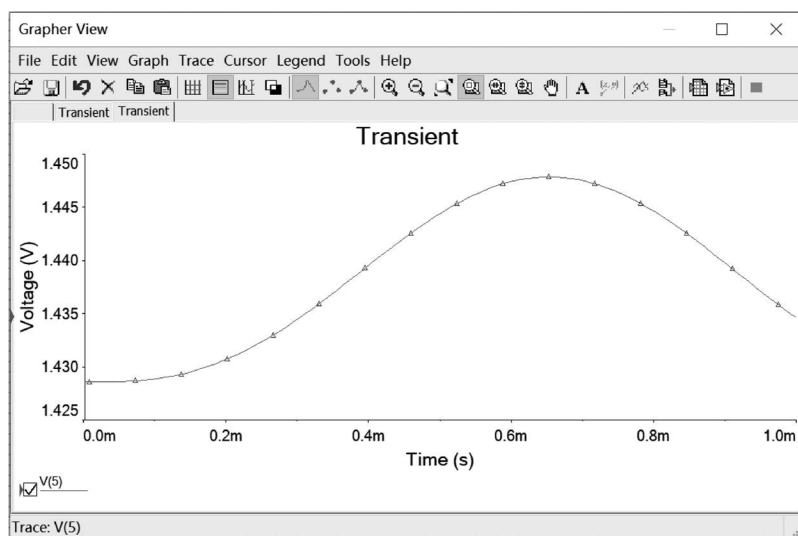


图 5.4.3 瞬态分析结果

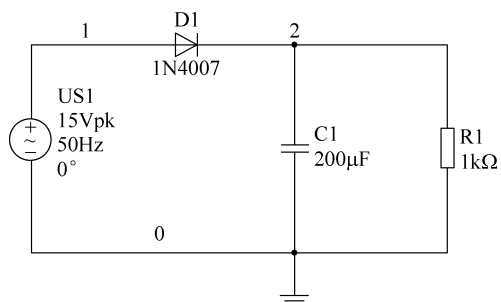


图 5.4.4 晶体二极管整流滤波电路

Start time: 0s。

End time: 0.1s。

单击 Run 按钮,分析结果如图 5.4.5 所示。

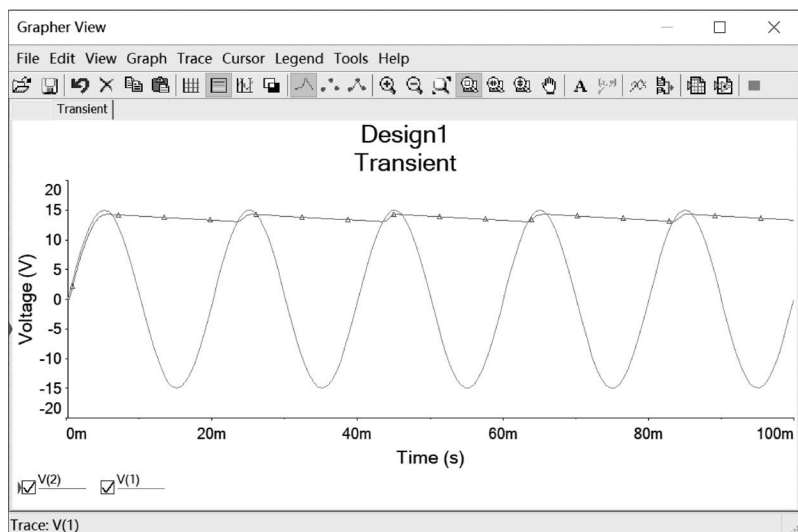


图 5.4.5 瞬态分析结果

5.5 傅里叶分析

傅里叶分析方法用于分析一个时域信号的直流分量、基频分量和谐波分量,即把被测节点处的时域变化信号做离散傅里叶变换,求出它的频域变化规律。在进行傅里叶分析时,必须首先选择被分析的节点,一般将电路中的交流激励源的频率设定为基频,若在电路中有几个交流源时,可以将基频设定在这些频率的最小公因数上。例如有一个 10.5kHz 和一个 710.5kHz 的交流激励源信号,则基频可取 0.5kHz。

5.5.1 傅里叶分析步骤

傅里叶分析按以下步骤进行。

(1) 在电路工作窗口创建需进行分析的电路,单击菜单栏中 Edit 菜单下 Properties 命令,在 Sheet Visibility 选项卡下,选定 Net Names 中的 Show All 的设置,把电路中的节点标志显示到电路图上。

(2) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/Fourier 命令,打开 Fourier 对话框如图 5.5.1 所示,在 Analysis parameters 选项卡中设置仿真参数。

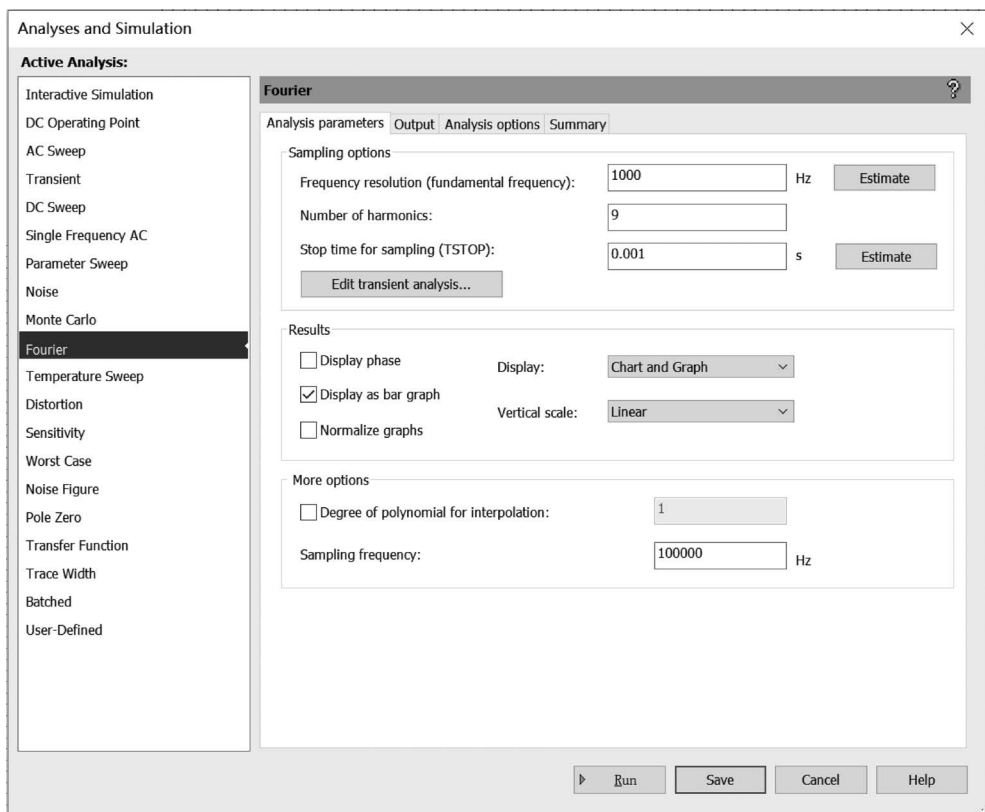


图 5.5.1 Fourier 对话框中的 Analysis parameters 选项卡

Sampling options 区参数介绍如下。

Frequency resolution: 设置基频。电路中有多个交流源时取信号频率的最小公因数。或单击右边的 Estimate 按钮让程序自动设置。默认设置为 1000Hz。

Number of harmonics: 谐波次数。默认设置为 9。

Stop time for sampling: 设置停止采样时间。单击右边的 Estimate 按钮可让程序自动设置。

Edit transient analysis: 设置瞬态分析参数。

Results 区参数介绍如下。

Display phase: 显示幅度频谱及相位频谱。

Display as bar graph: 显示以线条绘制的频谱。

Normalize graphs: 显示归一化频谱图。

Display: 设置显示项目。包括 Chart(图表)、Graph(图示)、Chart and Graph(图表及图示)。

Vertical scale: 设置频谱的纵轴刻度,包括对数(Logarithmic)、线性(Linear)、八倍频程(Octave)和分贝(Decibel)四种形式。

More options 区参数介绍如下。

Degree of polynomial for interpolation: 设置多项式的维数。

Sampling frequency: 设置采样频率。默认值为 100000Hz。

(3) 在 Output 选项卡中,设置待分析的节点。单击 Run 按钮,得到分析结果。

5.5.2 傅里叶分析举例

【例 5.5】 电路如图 5.5.2 所示,对输出节点 10 的电压进行傅里叶分析。

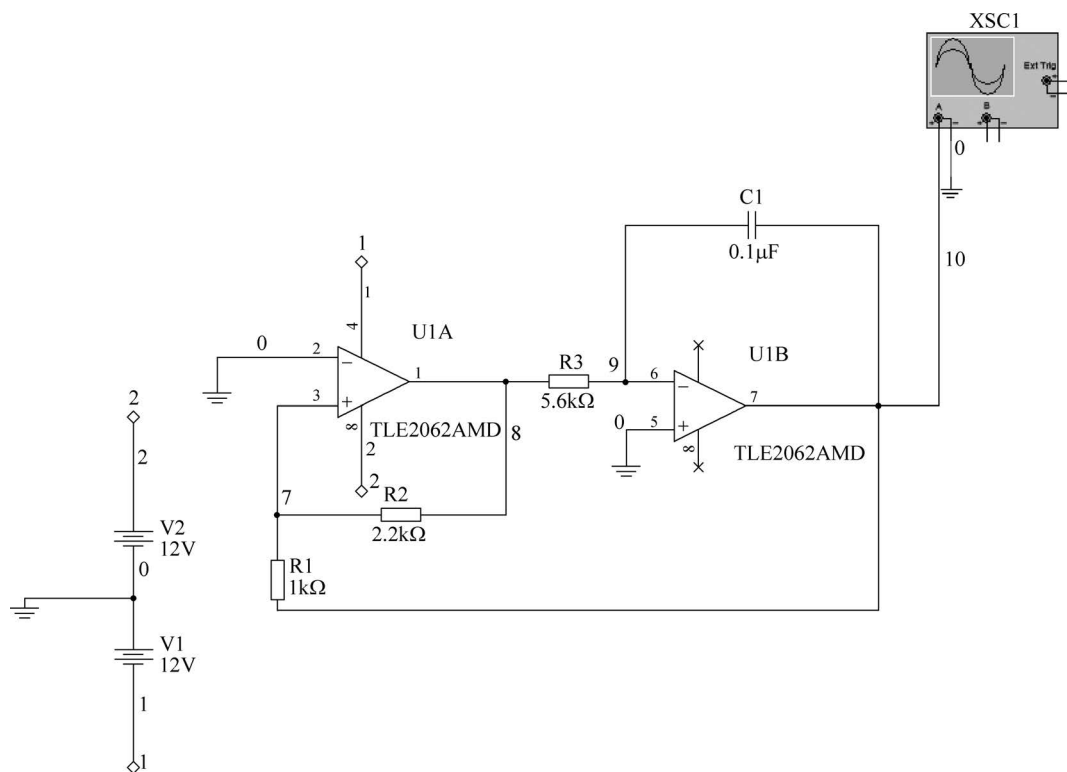


图 5.5.2 待傅里叶分析电路

解: (1) 新建电路原理图,操作步骤参见 2.2.5 节,按图 5.5.2 创建电路。单击菜单栏中 Edit 菜单下 Properties 命令,在 Sheet Visibility 选项卡下,选定 Net Names 中的 Show All 的设置,把电路中的节点标志显示到电路图上。

(2) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/Fourier 命令,打开 Fourier 对话框如图 5.5.3 所示,在 Analysis parameters 选项卡中设置仿真参数。

单击 Edit transient analysis 按钮,在 Transient Analysis 对话框中设置瞬态分析的参数如下:

- Initial conditions: Set to zero。
- Start time: 0s。
- End time: 0.01s。

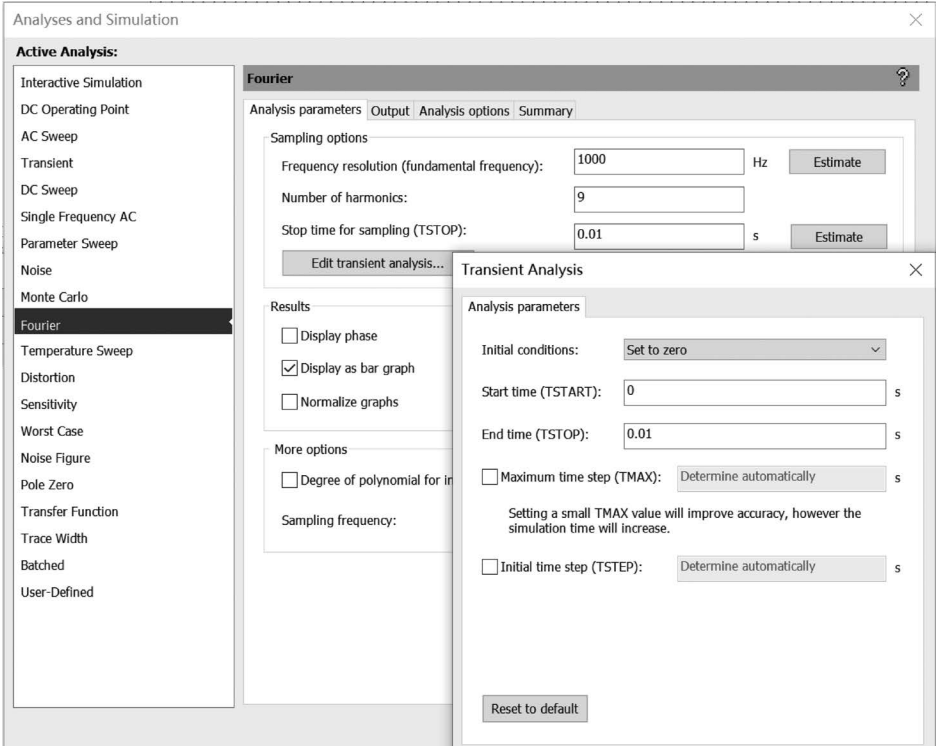


图 5.5.3 设置 Analysis parameters 选项卡的参数

设置完毕后单击 OK 按钮,然后单击 Output 选项卡,选择要分析的节点 10。单击 Run 按钮,得到仿真结果如图 5.5.4 所示。

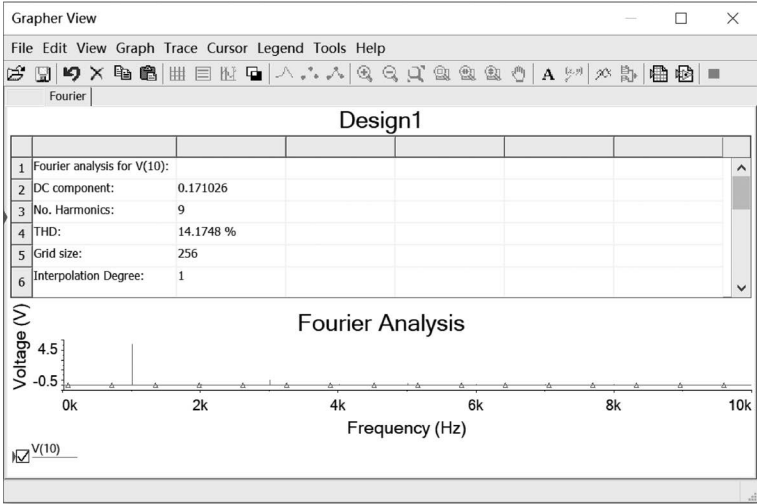


图 5.5.4 傅里叶分析结果

5.6 噪声分析

噪声分析用于检测电子线路输出信号的噪声功率幅度,用于计算、分析电阻或晶体管的噪声对电路的影响。在分析时,假定电路中各噪声源是互不相关的,因此它们的数值可以分开各自计算,总的噪声是各噪声在该节点的和(用有效值表示)。举例来说,在噪声分析对话框中,把 V1 作为输入源,把 N1 作为输出节点,则电路中各噪声源在 N1 处形成的输出噪声,等于将该值除以 V1 至 N1 的增益获得的等效输入噪声,再把它作为信号输入一个设定没有噪声的电路,即获得在 N1 点处的输出噪声。

5.6.1 噪声分析步骤

噪声分析按以下步骤进行。

(1) 在电路工作窗口创建需进行分析的电路,单击菜单栏中 Edit 菜单下 Properties 命令,在 Sheet Visibility 选项卡下,选定 Net names 中的 Show all 的设置,把电路中的节点标志显示到电路图上。

(2) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/Noise 命令,打开 Noise 对话框,如图 5.6.1 所示,在 Analysis parameters 选项卡中设置分析参数。

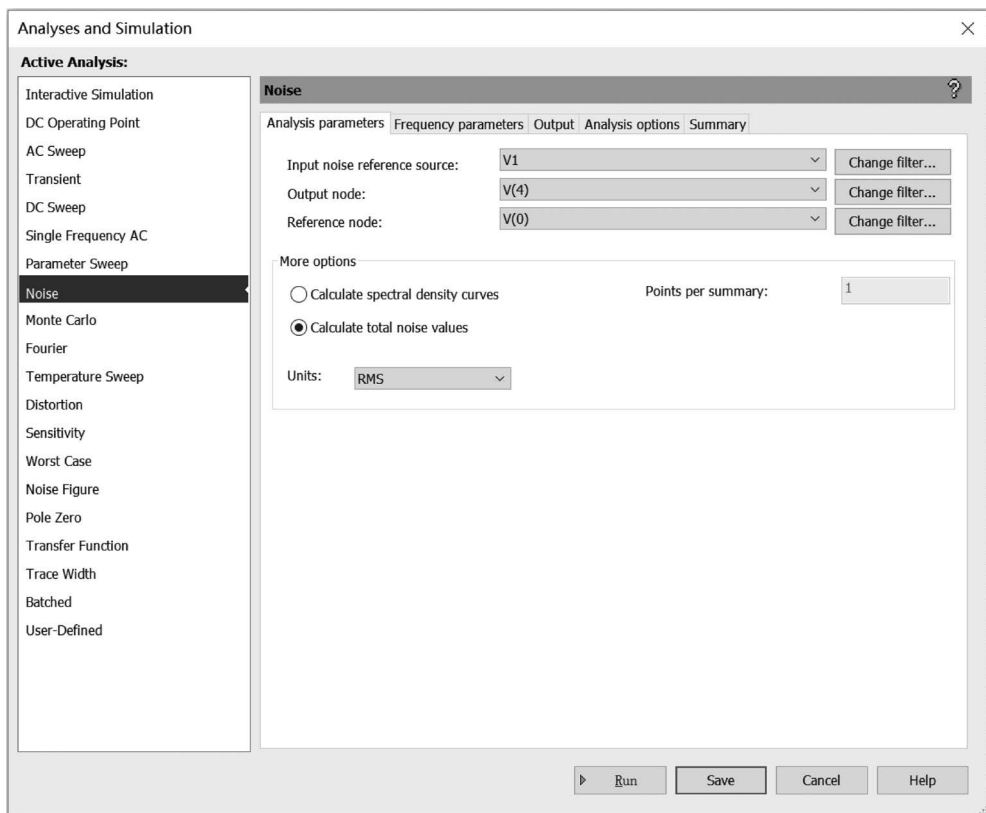


图 5.6.1 Noise 对话框中的 Analysis parameters 选项卡

Input noise reference source: 输入噪声参考源。

Output node: 输出节点。作噪声分析的节点。

Reference node: 参考节点。默认设置为 V0(接地点)。

Points per summary: 设置每次求和点数。当该项被选中后,显示被选元件噪声作用时的曲线。用求和的点数除以频率间隔数,会降低输出显示图的分辨率。默认设置为 1。

如图 5.6.2 所示,在 Frequency parameters 选项卡中,设置频率参数。

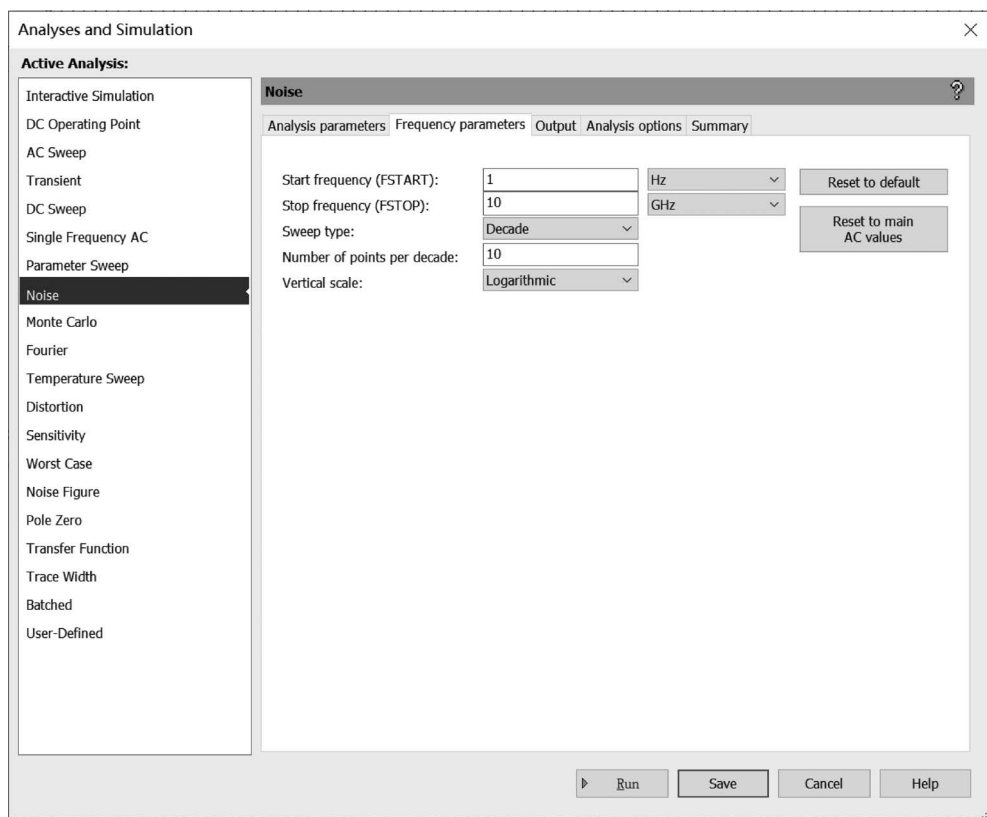


图 5.6.2 Noise 对话框中的 Frequency parameters 选项卡

Start frequency(FSTART): 扫描起始频率。默认设置为 1Hz。

Stop frequency(FSTOP): 扫描终止频率。默认设置为 10GHz。

Sweep type: 扫描类型。有十倍频(Decade)、线性(Linear)和八倍频程(Octave)三种。默认设置为 Decade。

Number of points per decade: 表示从起始频率到终点频率的点数。默认设置为 10。

Vertical scale: 纵坐标刻度。纵坐标刻度有对数(Logarithmic)、线性(Linear)、八倍频程(Octave)和分贝(Decibel)四种形式。默认设置为 Logarithmic。

(3) 在 Output 选项卡中,设置待分析的元件。单击 Run 按钮,得到分析结果。

5.6.2 噪声分析举例

【例 5.6】 电路如图 5.6.3 所示,对 R1 和 R2 进行噪声分析。

解: (1) 新建电路原理图,操作步骤参见 2.2.5 节,按图 5.6.3 创建电路。

(2) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/Noise,在 Noise 对话框的 Analysis parameters 选项卡中,设置分析参数如下。

Input noise reference: vv1。

Output node: 5。

Reference node: 0。

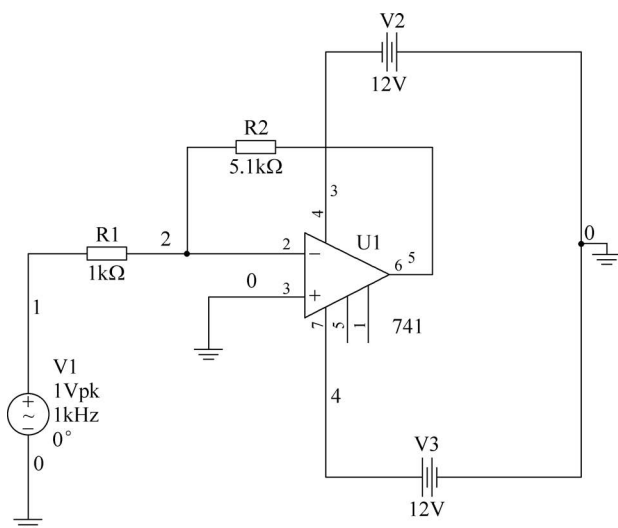


图 5.6.3 噪声分析电路

(3) 在 Frequency parameters 选项卡中,设置频率参数如下。

Start frequency(FSTART): 1Hz。

Stop frequency(FSTOP): 10GHz。

Sweep type: Decade。

Number of point per: 5。

Vertical scale: Logarithmic。

(4) 在 Output 选项卡中,选择分析对象: inoise_total_rr1 和 inoise_total_rr2。

(5) 单击 Run 按钮,得到分析结果如图 5.6.4 所示,所得的结果与理论值相似。

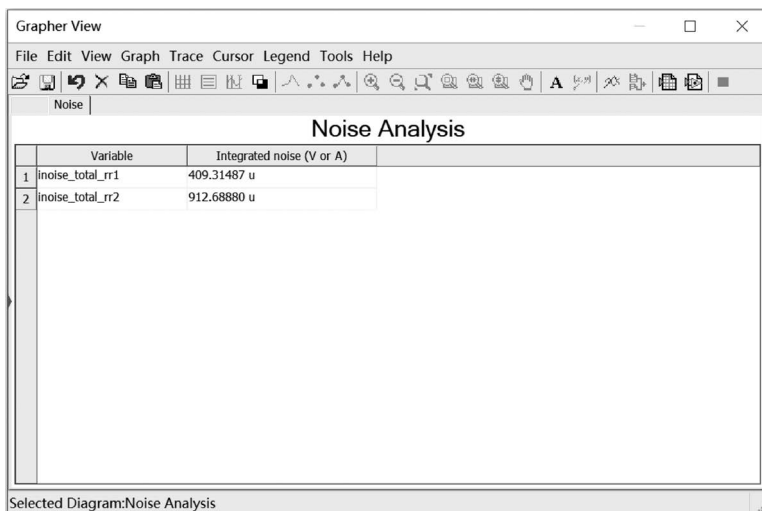


图 5.6.4 噪声分析结果 1

显示轨迹需重新分析如下。

(1) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/Noise。

(2) 在 Noise 对话框的 Analysis parameters 选项卡中,在上面分析的基础上再加上参数 Set points per summary: 5。

(3) 在 Output 选项卡中,选择分析对象: onoise_total_rr1 和 onoise_total_rr2。

(4) 单击 Run 按钮,得到分析结果如图 5.6.5 所示。

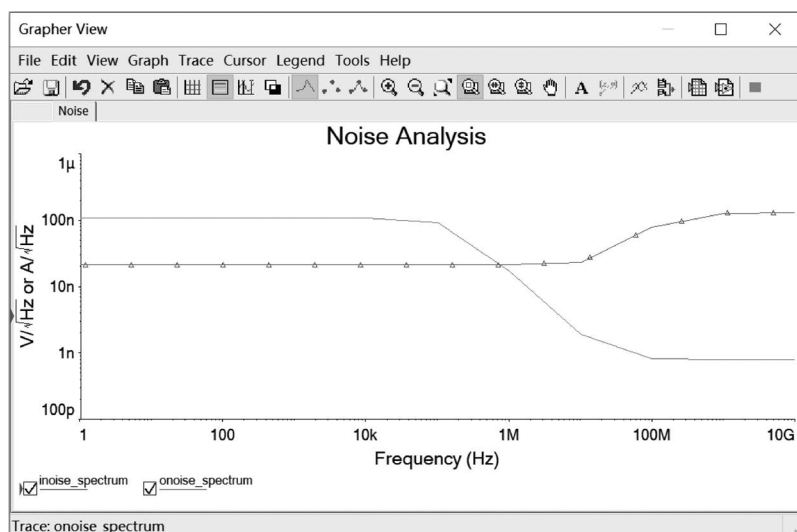


图 5.6.5 噪声分析结果 2

噪声分析结果表明噪声电压在低频是恒定的,而在高频显然是衰减的。

5.7 失真分析

失真分析用于分析电子电路中的谐波失真和内部调制失真。电路输出信号的失真通常是由电路增益的非线性或相位不一致造成的,增益的非线性造成谐波失真;相位不一致造成交互调失真。失真分析对于分析小的失真是非常有效的,而在瞬态分析中小的失真一般是分辨不出来的。假设电路中有一个交流信号源,则失真分析将检测并计算电路中每一点的二次谐波和三次谐波的复数值。假设电路中有两个交流信号源频率分别为 f_1 和 f_2 ,则失真分析将在三个特定频率中寻找电路变量的复数值,这三个频率点是: f_1 与 f_2 的和 f_1+f_2 ; f_1 与 f_2 的差 f_1-f_2 ; f_1 和 f_2 中频率较高的交流信号源的二次谐波频率减去频率较低的交流信号源的二次谐波频率的差。

5.7.1 失真分析步骤

失真分析按以下步骤进行。

(1) 在电路工作窗口创建需进行分析的电路,单击菜单栏中 Edit 菜单下 Properties 命令,在弹出对话框的 Sheet Visibility 选项卡中,选定 Net names 中的 Show all 的设置,把电路中的节点标志显示到电路图上。

(2) 设置失真分析信号源的参数。

双击信号源:在 Value 下选择 Distortion Frequency 1 magnitude 或 Distortion Frequency 1 Phase,并且设置输入的幅值和相位;在 Value 下选择 Distortion Frequency 2 magnitude 或 Distortion Frequency 2 Phase,并且设置输入的幅值和相位。此设置仅用在测电路内部互调失真分析中。

(3) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/Distortion 命令,打开 Distortion 对话框如图 5.7.1 所示,在 Analysis parameters 选项卡中设置分析参数。

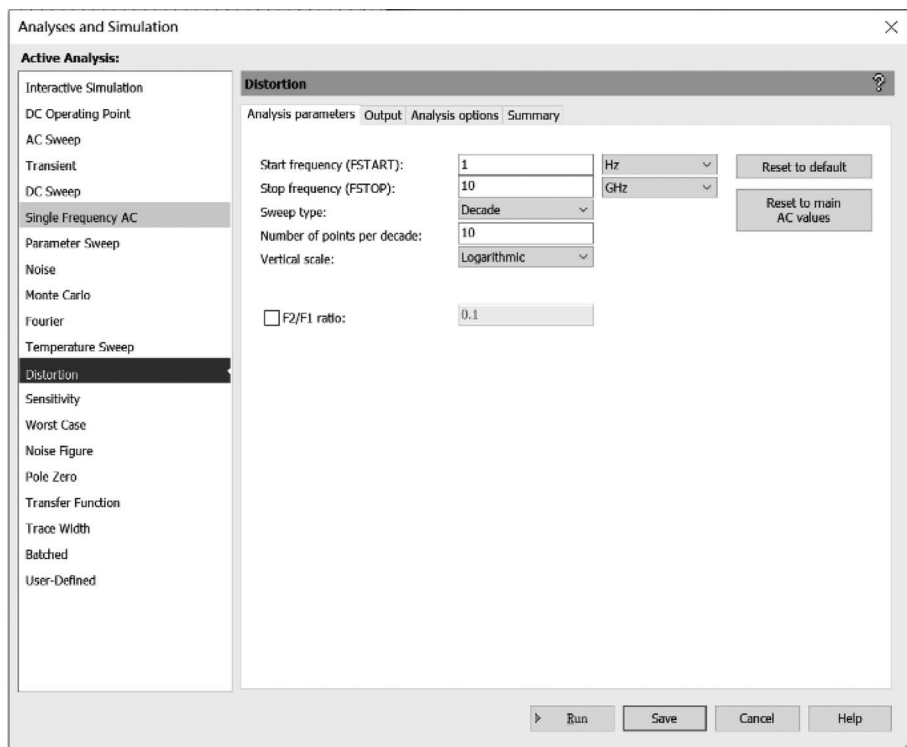


图 5.7.1 Distortion 对话框中 Analysis parameters 选项卡

Star frequency: 起始频率。默认设置为 1Hz。

Stop frequency: 终止频率。默认设置为 10GHz。

Sweep type: 扫描类型。有十倍频(Decade)、线性(Linear)和八倍频程(Octave)三种。默认设置为 Decade。

Number of points per decade: 表示从起始频率到终点频率的点数。默认设置为 10。

Vertical scale: 纵坐标刻度。纵坐标刻度有对数(Logarithmic)、线性(Linear)、八倍频程(Octave)和分贝(Decibel)四种形式。默认设置为 Logarithmic。

F2/F1 ratio: 当电路中有两个频率的信号源时,如果选中该项,在 f1 扫描范围,f2 被设定为对话框内“F2/F1 ration”的设置值(如 0.9)与 f1 起始频率的设置值的乘积,要求“F2/F1 ration”必须大于 0 且小于 1。

(4) 在 Output 选项卡中,设置待分析的节点。单击 Run 按钮,得到分析结果。

5.7.2 失真分析举例

【例 5.7】 分析共发射极放大电路如图 5.7.2 所示的失真情况,晶体管为 2N2222A,输入为两个不同频率的交流信号,观察输出节点 8 的失真情况,要求如下。

(1) 分析节点 8 的二次谐波和三次谐波的失真情况;

(2) 分析节点 8 处的电路内部调制频率: $f_1 + f_2$ 、 $f_1 - f_2$ 和 $2 \times f_1 - f_2$ 相对于频率的互调失真。

解: (1) ① 新建电路原理图,操作步骤参见 2.2.5 节,按图 5.7.2 创建电路。单击菜单栏中 Edit 菜单下 Properties 命令,在弹出对话框的 Sheet Visibility 选项卡中,选定 Net names 中的 Show all 的设置,把电路中的节点标志显示到电路图上。

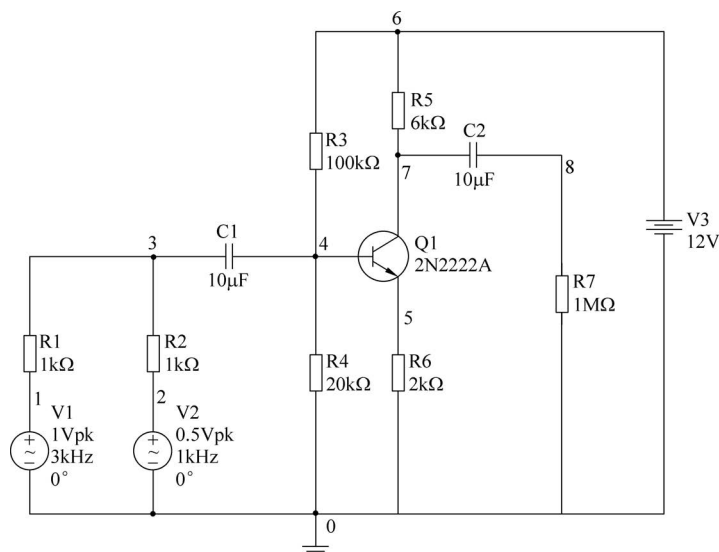


图 5.7.2 共发射极放大电路

② 设置失真分析信号源的参数。

双击信号源 V1, 在 Value 下选择 Distortion Frequency 1 magnitude, 输入幅值为 1V;

双击信号源 V2, 在 Value 下选择 Distortion Frequency 1 magnitude, 输入幅值为 0.5V。

③ 单击 Simulate/Analyses and Simulation/Distortion 命令, 在 Distortion 对话框的 Analysis parameters 选项卡中, 设置分析参数如下:

Star frequency: 1Hz。

Stop frequency: 10GHz。

Sweep type: Decade。

Number of points per: 100。

Vertical scale: Logarithmic。

在选项卡 Output 中, 设置待分析的节点为节点 8。

④ 单击 Run 按钮, 得到节点 8 的二次谐波和三次谐波的失真情况, 如图 5.7.3、图 5.7.4 所示。

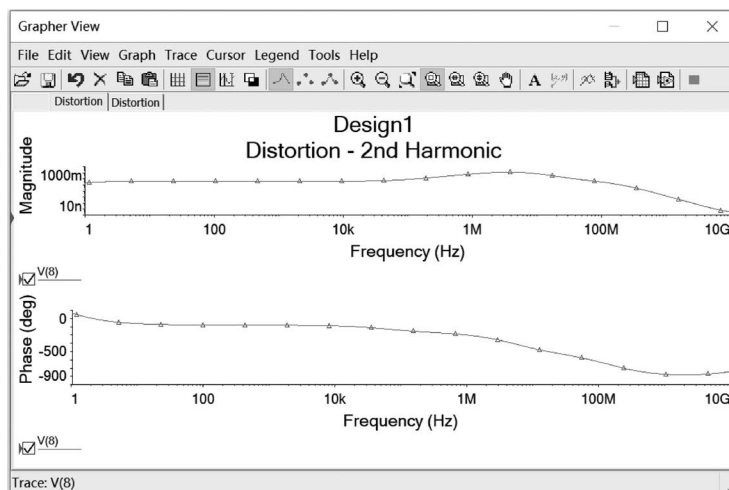


图 5.7.3 二次谐波失真情况

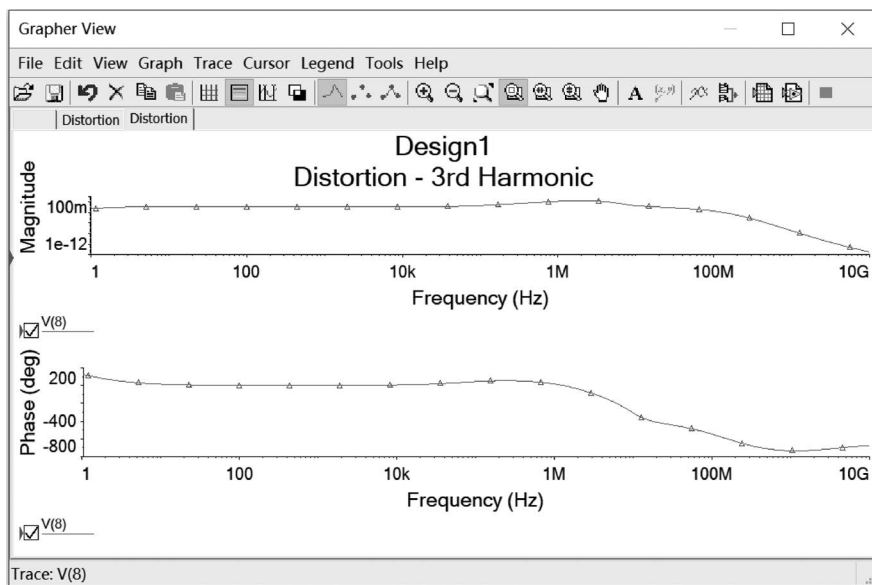


图 5.7.4 三次谐波失真情况

(2) 在第 1 问设置参数的基础上,再增加以下设置。

① 分别双击信号源 V1 和 V2,在 Value 下选择 Distortion Frequency 2 magnitude,分别输入幅值为 1V 和 0.5V。

② 单击 Simulate/Analyses and Simulation/Distortion 命令,在 Distortion 对话框的 Analysis parameters 选项卡中,在第 1 问分析设置的基础上选中 F2/F1 ratio 项。

③ 单击 Run 按钮,得到节点 8 处的电路内部调制频率: $f_1 + f_2$ 、 $f_1 - f_2$ 和 $2 \times f_1 - f_2$ 相对于频率的互调失真分析,如图 5.7.5 所示。

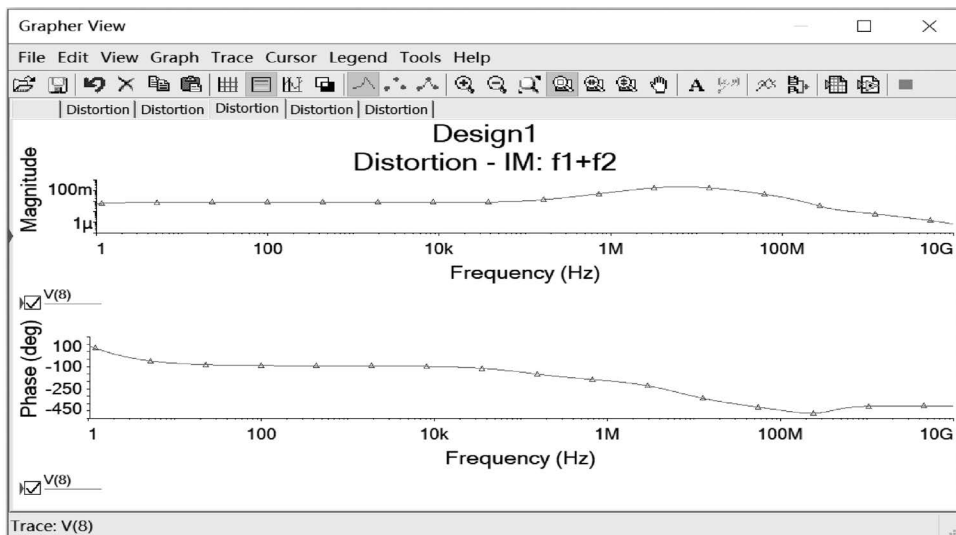
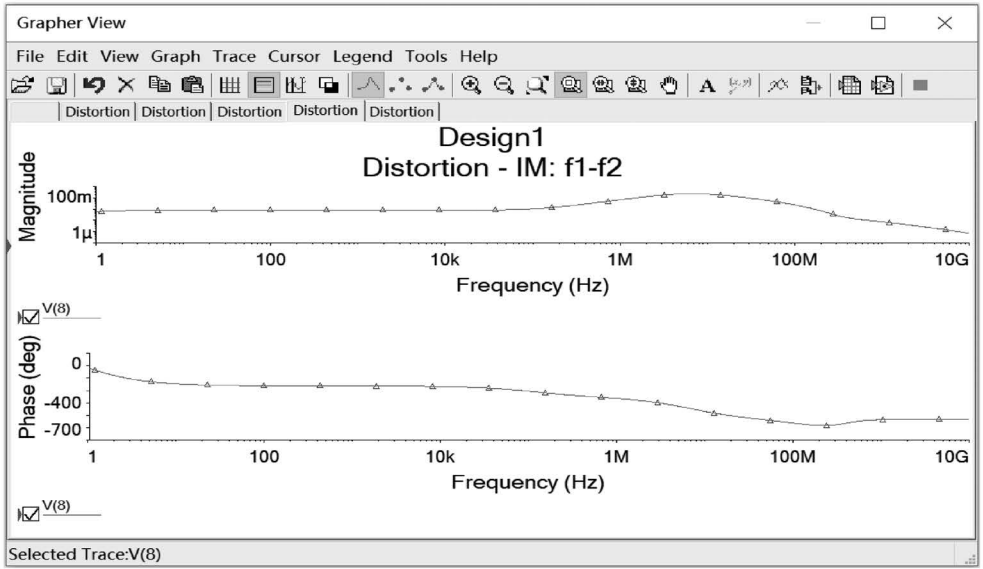
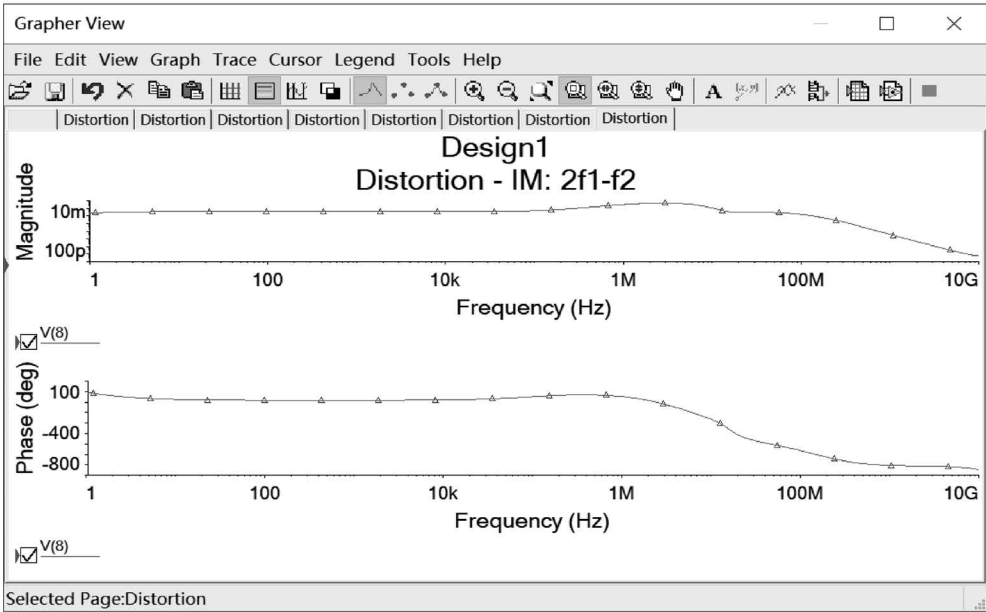
(a) $f_1 + f_2$

图 5.7.5 节点 8 处测得的电路内部互调失真



(b) f_1-f_2



(c) $2 \times f_1-f_2$

图 5.7.5 (续)

5.8 直流扫描分析

直流扫描分析是直流转移特性分析,允许设置两个扫描变量,通常第一个扫描变量(主独立源)所覆盖的区间是内循环,第二个扫描变量(次独立源)扫描区间为外循环。直流扫描分析的作用是计算电路在不同直流电源下的直流工作点。

5.8.1 直流扫描分析步骤

直流扫描分析按以下步骤进行。

(1) 在电路工作窗口创建需进行分析的电路,单击菜单栏 Edit 菜单下的 Properties 命令,在弹出对话框的 Sheet visibility 选项卡下选定 Net names 中 Show all 的设置,把电路中的节点标志显示到电路图上。

(2) 单击 Simulate→Analyses and Simulation→DC Sweep 命令,打开 DC Sweep 对话框如图 5.8.1 所示,在 Analysis parameters 选项卡中设置分析参数。

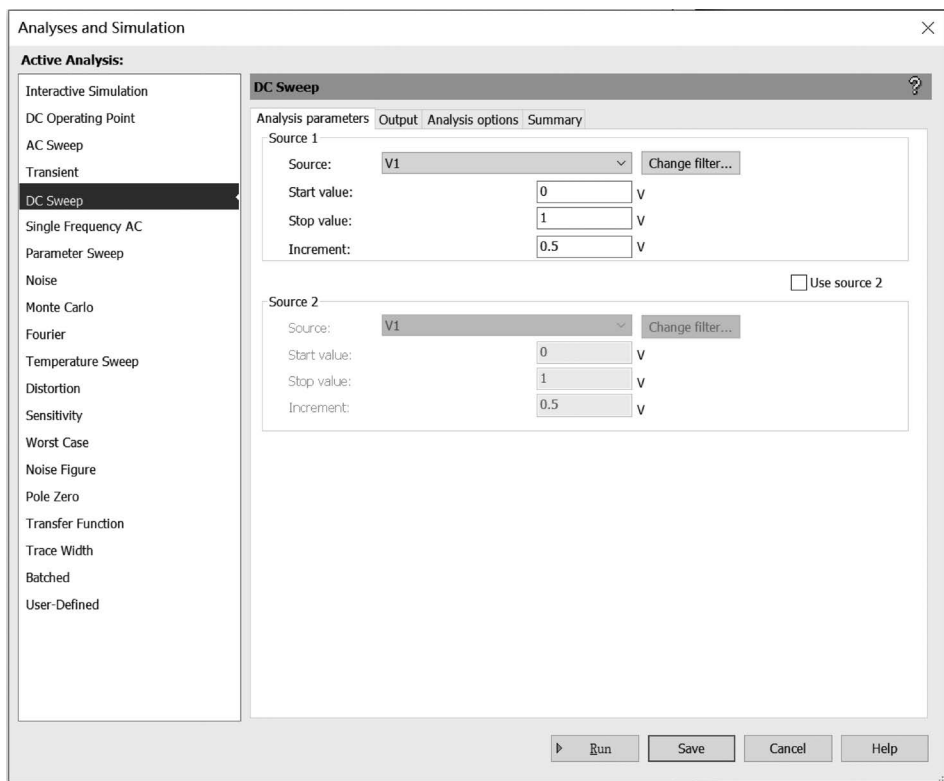


图 5.8.1 DC Sweep 对话框中 Analysis parameters 选项卡

Source 1 区参数介绍如下。

Source: 设置所要扫描的直流电源。

Start value: 设置开始扫描的数值。

Stop value: 设置终止扫描的数值。

Increment: 设置扫描的增量值。

如果有第二个电源需设置 Source 2 区的参数,设法与 Source 1 区的相同。

(3) 打开 Output 选项卡,选定需分析的节点。单击 Run 按钮,得到分析结果。

5.8.2 直流扫描分析举例

【例 5.8】 分析图 5.8.2 所示共射放大电路中直流电源 V2 从 0V 变化到 20V 时,输出节点 4 的变化情况。图中三极管的 β 值为 50(修改 β 值的步骤: ①双击 BJT 图标出现对话框; ②单击 Edit model,出现含有 β 参数(显示 BF)的对话框; ③修改 β 参数)。

解: (1) 新建电路原理图,操作步骤参见 2.2.5 节,按图 5.8.2 创建电路。设置元件参数,显示节点标志。

(2) 单击 Simulate/Analyses and Simulation/DC Sweep 命令,打开 DC Sweep 对话框如图 5.8.3 所示,在 Analysis parameters 选项卡中设置分析参数。

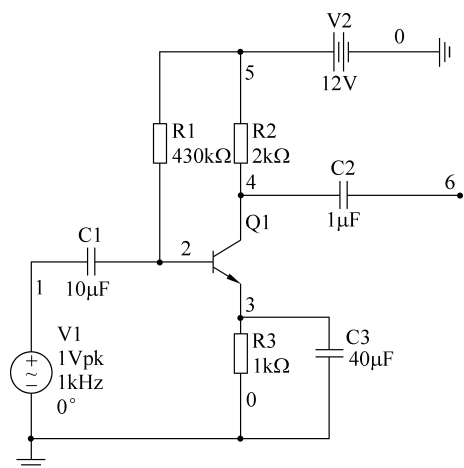


图 5.8.2 共射放大电路

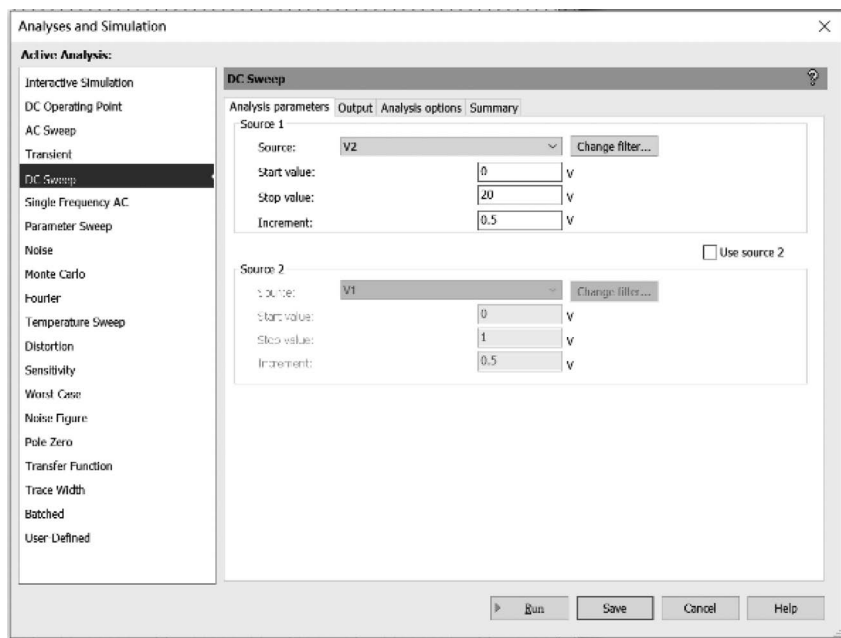


图 5.8.3 Analysis parameters 选项卡的设置

(3) 打开 Output 选项卡,选定节点 4。单击 Run 按钮,得到分析结果。如图 5.8.4 所示。

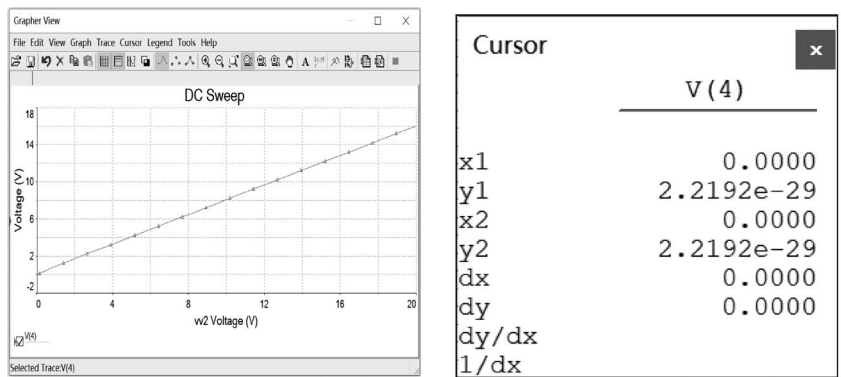


图 5.8.4 直流扫描分析结果