# 实验二 MATLAB绘图

### 实验目的

1.熟悉并运用Matlab的基本绘图函数；

2.运用MATLAB的各种绘图函数解决专业领域的问题。

### 实验内容

##### 练习一：用MATLAB解决本专业领域两个问题

## 问题1：

用MATLAB模拟平面电磁波的传播：设电磁波沿x轴方向传播，在与x轴垂直的平面上，其电磁场强度各点具有相同的振幅和振动方向，即E和H只与x有关，而与y和z无关，这种电磁波就是均匀平面电磁波。假设电磁波沿着X轴正向传播，电场具有Z方向的分量Ez，磁场具有Y方向上的分量Hy。现要求通过输入电场强度和电磁波频率自动绘制出标准电磁波传递曲线，并通过输入x轴上某一点的坐标x0及某一时刻t0，返回该点在这一时刻电场强度和磁场强度的大小。

#### 问题分析：

要解决该问题，需要绘制一个三维空间曲线来反映电磁波的传递，将电场和磁场分开绘制，用两次plot3()函数，取不同颜色线条。绘制曲线需要一些参数，固定参数如磁导率、电介质常数等都在程序中直接给出，一些诸如频率f、电场强度E等可以变化的参数则人为输入。将电场传播方程和磁场传播方程都表示好后，绘制出总的电磁波传递曲线。然后，还要给出x0位置t0时刻该点电场强度和磁场强度，这一步只需要将x0和t0的值代入电场强度、磁场强度的方程求解即可，将该点也一并反映到曲线上。最后，通过添加标题、图例对图像进行美化。

#### 实验原理：

自由空间的磁导率为：；

自由空间的电介质常数为：；

自由空间的波阻抗为：。

自由空间的磁场强度为：

波数为：

通过外部输入x0(m)和t0(ns)的值可以得到某一点某一时刻电场强度和磁场强度为： ，同时在图像上绘制出该点位置。

#### 实验过程：

disp('待输入值：EE电场强度，f电磁波频率，x0位置，t0时刻') %外部输入必要的参数

u0=4\*pi\*1e-7; %磁导率

e0=1e-9/(36\*pi); %电介质常数

Z0=(u0/e0)^0.5; %波阻抗

f=1e8; %电磁波的频率默认值

w=2\*pi\*f;

k=w\*(u0\*e0)^0.5; %波数

EE=20; %电场强度默认值

HH=EE/Z0;

x=0:0.1:20; %传播方向上的采样点

mo=zeros(size(x));

Ez=EE\*cos(k\*x-w\*t\*1e-9);

Hy=HH\*cos(k\*x-w\*t\*1e-9);

disp('x0处t0时刻的电场强度：')

Ez0=abs(EE\*cos(k\*x0-w\*t0\*1e-9))

disp('x0处t0时刻的磁场强度：')

Hy0=abs(HH\*cos(k\*x0-w\*t0\*1e-9))

plot3(x,mo,Ez,'b'); %绘制电场传播曲线

hold on

plot3(x,Hy,mo,'g'); %绘制磁场传播曲线

plot3(x0,Hy0,Ez0,'\*r') %绘制x0点

hold off

xlabel('传播方向')

ylabel('磁场')

zlabel('电场')

title('平面电磁波传播示意图')

legend('电场传播','磁场传播','x0处点')

输入x0=10(m)，t0=100(ns)，EE和f采用默认值（20V/m，10^8HZ）可以得到相应的输出结果：

x0处t0时刻的电场强度：

Ez0 =

10.0000

x0处t0时刻的磁场强度：

Hy0 =

0.0265

图片包含 游戏机, 物体

描述已自动生成绘制图像Fig-1：

Figure 1 平面电磁波传播示意图

## 问题2：

在高频电子线路里，耦合回路的调谐研究是非常重要的一节内容，通过调整频率和耦合系数可以大大优化电路的工作状态。但其中的一些具体公式和推导过程较为复杂难记，现要求将它们整合到一个MATLAB脚本文件中，通过输入一些关键参数（或者更改程序中的默认参数）判断当前状态，绘制出该状态下的频率特性曲线，并求出该状态下的频带宽。

#### 问题分析：

该问题的主要工作在于将各种公式集成到一个程序中，通过绘图和求解方程来输出需要的最终结果。利用ezplot()函数可以画出各种情况下的频率特性曲线，横纵坐标轴的取值范围需要靠axis()函数加以限制，求解频带宽需要用到solve()函数，将半功率点的频率值直接输出即可。

#### 实验原理：

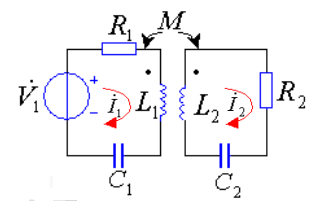
耦合回路的基本原理图如Fig-2所示。

Figure 耦合回路的一般形式

原回路和次回路的阻抗表达式分别为：





可以通过调谐，使得原回路和次回路同时达到全谐振，即X11和X22均为；

然后可以通过调整R11和R22阻值等方法，使得Rf1=R11, Rf2=R22从而达到最佳全谐振。通过以上两步，可以实现Zf1=R11，Zf2=R22。

又频率特性α的表达式为：



其中：



所以，α的公式可以写为：



发现在最佳全谐振状态下，α的公式可以用两个参数来表示，因此我们通过用其他参数表达着两个参数进而表达出α的表达式，也根据这个思路编写MATLAB程序。

#### 实验过程：

为了最终图像的清晰，这里将α幅值全部缩小到原来的0.5倍。

disp('可以更改的默认参数：R, M, C, L')

R = 100; %默认参数100Ω

L = 1; %默认参数0.01H

C = 1e-8; %默认参数1μF

M = 0.01; %默认参数0.01H，临界耦合数值

w0 = sqrt(1/(L\*C)) %谐振频率

Q = w0\*L/R %谐振点的品质因素

coc = w0\*M/R %耦合系数设定

detu = '0.5\*(w/1e4-1e4/w)' %广义失谐量

a0\_ = '1/(sqrt((1-(100\*(w/1e4-1e4/w))^2+1^2)^2+4\*(100\*(w/1e4-1e4/w))^2))'

a1\_ = '1.5/(sqrt((1-(100\*(w/1e4-1e4/w))^2+1.5^2)^2+4\*(100\*(w/1e4-1e4/w))^2))'

a2\_ = '3/(sqrt((1-(100\*(w/1e4-1e4/w))^2+3^2)^2+4\*(100\*(w/1e4-1e4/w))^2))'

a3\_ = '0.5/(sqrt((1-(100\*(w/1e4-1e4/w))^2+0.5^2)^2+4\*(100\*(w/1e4-1e4/w))^2))'

hold on

subplot(2,2,1)

ezplot(detu, a0\_, [-2e4,2e4]) %coc=1时频率特性曲线

axis([-0.2,0.2,0,0.5]);

xlabel('广义失谐量')

ylabel('频率特性')

title('coc=1频率特性曲线')

subplot(2,2,2)

ezplot(detu, a1\_, [-2e4,2e4]) %coc=1.5时频率特性曲线

axis([-0.2,0.2,0,0.5]);

xlabel('广义失谐量')

ylabel('频率特性')

title('coc=1.5频率特性曲线')

subplot(2,2,3)

ezplot(detu, a2\_, [-2e4,2e4]) %coc=3时频率特性曲线

axis([-0.2,0.2,0,0.5]);

xlabel('广义失谐量')

ylabel('频率特性')

title('coc=3频率特性曲线')

subplot(2,2,4)

ezplot(detu, a3\_, [-2e4,2e4]) %coc=0.5时频率特性曲线

axis([-0.2,0.2,0,0.5]);

xlabel('广义失谐量')

ylabel('频率特性')

title('coc=0.5频率特性曲线')

hold off

syms w1

[w1] = solve(abs(2\*1/(sqrt((1-(100\*(w1/1e4-1e4/w1))^2+1^2)^2+4\*(100\*(w1/1e4-1e4/w1))^2))) == 0.707,[w1]) %solve函数求解半功率点对应的频率，进而求出频带宽

format short(w1)

#### 地图上有字 描述已自动生成实验结果：

Figure 3 四种耦合系数下的频率特性曲线

#### 结果分析：

图像能够准确地反映各种耦合系数下频率特性曲线α的特性：coc（即）=1时对应临界耦合情况，此时图像的幅值刚好能取到最大值0.5（实际幅值为1），只有一个尖峰；coc=1.5时对应过拟合情况，此时图像的幅值无法达到最大值，频带更宽，且出现了双尖峰；coc=3时依然对应过拟合情况，相比第二张图的特征更为明显，频带更宽，尖峰越明显；coc=0.5时对应弱耦合情况，此时幅值无法达到最大值0.5，且频带更窄。编写的程序可以较好地反映耦合回路的各种情况。

## 练习二：用MATLAB绘制几何曲线

## 1.心形线：

#### 1.1问题分析：

心形线有许多方法可以表示，极坐标方程、直角坐标方程、参数方程、三角函数方程。这里采用最符合审美的三角函数方程绘制，可以使用隐函数绘制也可以使用散点图绘制，这里选择隐函数绘制方法，使得图形更加自然。

#### 1.2实验原理：

1）心形曲线可以用三角函数表示。

2）ezplot()可以绘制隐函数图像。

3）xlabel()、ylabel()、title()等函数可以修饰图像。

#### 1.3实验过程：

t = 0:pi/50:2\*pi

x = '16\*sin(t).^3'

y = '13\*cos(t)-5\*cos(2\*t)-2\*cos(3\*t)-cos(4\*t)'

ezplot(x,y,'-b')

xlabel('x轴')

ylabel('y轴')

title('心形曲线')

#### 1.4实验结果：

图片包含 文字, 游戏机, 地图

描述已自动生成

Figure 4 心形线图像

#### 1.5结果分析：

绘制的结果能够较好地显示出心形图案，线条的粗细到位，标签也合理落实了。

## 2.螺旋线：

#### 2.1问题分析：

有多种螺旋线可以使用matlab绘制，如对数螺旋线、阿基米德螺旋线（等速螺旋线）和三维空间的等速螺旋线。这里绘制二维和三维空间下的两种等速螺旋线

#### 2.2实验原理：

1）二维等距螺旋线可以用极坐标表示，利用polar()函数绘制极坐标图。

2）三维等距螺旋线可以用plot3()函数绘制。

3）xlabel()、ylabel()、title()等函数可以修饰图像。

4）hold on/off可以将多条曲线反映在同一张图上。

#### 2.3实验过程：

theta=0:0.01:4\*pi;

p=2\*theta; %

subplot(2,1,1);

polar(theta, p, 'r')

title('二维等速螺旋线') %二维等速螺旋线

x = cos(theta);

y = sin(theta);

z = 2\*theta;

subplot(2,1,2);

plot3(x, y, z, 'b')

hold on;

plot3(x, -y, z, 'g')

hold off;

title('三维等距螺旋线') %三维等距螺旋线

#### 一些文字和图案 描述已自动生成2.4实验结果：

Figure 5 螺旋线图像

#### 2.5结果分析：

通过plot3()和polar()等函数可以较好地绘制出二维三维的螺旋线。

## 双曲线：

#### 问题分析：

二维平面内，双曲线可以用直角坐标方程表示也可以用极坐标方程表示，这里为了简便，直接使用直角坐标方程：



取a=2，b=，绘制如Fig-6所示的双曲线，并添加对应的渐近线。

#### 实验原理：

1）ezplot()可以绘制隐函数图像。

2）xlabel()、ylabel()、legend()等函数可以修饰图像。

3）hold on/off可以将多条曲线反映在同一张图上。

#### 实验过程：

ezplot('x^2/4-y^2/3-1',[-10,10]) %隐函数直接绘制双曲线

title('双曲线')

xlabel('x轴')

ylabel('y轴')

hold on

plot(x, 2\*x/sqrt(3), 'b-') %绘制渐近线

plot(x, -2\*x/sqrt(3), 'm-')

hold off

legend('hyperbola', 'y1', 'y2') %添加图例

#### 实验结果：

地图的截图

描述已自动生成Figure 6 双曲线图像

#### 结果分析：

通过ezplot()函数可以准确地绘制我们需要的双曲线，通过添加渐近线可以看出图像具有良好的双曲线特征。

## 抛物线：

#### 问题分析：

二维坐标平面中，抛物线有不同的表达形式，将常见的几种标准抛物线绘制在一张图上。

#### 实验原理：

1）ezplot()可以绘制隐函数图像。

2）xlabel()、ylabel()、legend()等函数可以修饰图像。

3）hold on/off可以将多条曲线反映在同一张图上。

#### 实验过程：

p = 4

ezplot(strcat('y^2-2\*',num2str(p),'\*x')); %绘制四种标准抛物线

hold on

ezplot(strcat('y^2+2\*',num2str(p),'\*x'));

ezplot(strcat('x^2-2\*',num2str(p),'\*y'));

ezplot(strcat('x^2+2\*',num2str(p),'\*y'));

hold off

title('抛物线')

xlabel('x轴')

ylabel('y轴')

#### 地图的照片 描述已自动生成实验结果：

Figure 7 抛物线图像

#### 结果分析：

程序可以较好地绘制出四种基本抛物线，并将它们反映在一张图上。

## 椭圆曲线：

#### 问题分析：

椭圆曲线)是域上[亏格](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%8F%E6%A0%BC/10391141)为1的光滑射影曲线。对于特征不等于2的域，它的[仿射方程](https://baike.baidu.com/item/%E4%BB%BF%E5%B0%84%E6%96%B9%E7%A8%8B/15742521)可以写成：。

#### 实验原理：

1）ezplot()可以绘制隐函数图像。

2）xlabel()、ylabel()、legend()等函数可以修饰图像。

3）uicontrol()函数可以实现图形用户界面，从而动态生成椭圆曲线[1]。

#### 实验过程：

a=0;

b=0;

h\_text1=uicontrol('Style','text','String','a','Position',[50 20 50 20]);

h\_text2=uicontrol('Style','text','String','b','Position',[50 0 50 20]);

ezplot(strcat('x+',num2str(a),'\*y')); %绘制初始界面

h\_slider1=uicontrol('Style','slider','Position',[100 20 200 20],...

'Max',10,'Min',-10,'callback',['a=num2str(get(gcbo,''value''));',...

'ezplot(strcat(num2str(b),''+x^3+'',num2str(a),''\*x-y^2''))']);

h\_slider2=uicontrol('Style','slider','Position',[100 0 200 20],...

'Max',10,'Min',-10,'callback',['b=num2str(get(gcbo,''value''));',...

'ezplot(strcat(num2str(b),''+x^3+'',num2str(a),''\*x-y^2''))']); %动态绘制图像

#### 实验结果：

通过调整a和b的值，随着a和b值的变化，图像动态变化，取几个特殊的(a, b)值，记录它们的图像。

地图的截图

描述已自动生成 地图的截图

描述已自动生成

Figure 8 a=-7.25,b=-7.12椭圆曲线 Figure 9 a=-7.25,b=6.60椭圆曲线

地图的照片

描述已自动生成 图片包含 游戏机, 地图

描述已自动生成

Figure 10 a=6.34,b=6.60椭圆曲线 Figure 11 a=6.34,b=-5.95椭圆曲线

#### 结果分析：

通过调整a和b的值，可以获得一系列不同的椭圆曲线。

### 参考文献

[1]boksic.椭圆曲线入门详解.CSDN[Z]<https://so.csdn.net/so/search/s.do?q=%E6%A4%AD%E5%9C%86%E6%9B%B2%E7%BA%BF&t=blog&u=boksic.2012-01-28.2020-03-27>

[2]高频电子线路(第四版)(二)[M].高等教育出版社,2004.

### 实验总结

经过本次实验我进一步掌握了matlab关于符号运算和矩阵运算的基本操作，同时复习了矩阵运算的相关数学知识。在实际操作中，我对PPT里面的各种函数和运算方法都有了更深一步的理解，对各种曲线的绘制方法都有了进一步的掌握。在运行程序的过程中出了一些报错，我经过仔细核对和调试，最终都解决了它们，通过这些解决经验我对常见的报错（比如矩阵维数不对等）有了更进一步的认识，这有助于我在后面的实验中降低出现类似错误出现的概率。此外，本次实验选题较为开放，尤其是选取两个本专业领域相关的问题，我认为这个有很大的价值，不仅能帮我巩固专业知识，还能探索一些思路和方法来编写改进自己的程序。我通过上网搜索和查找文献等手段初步实现了这些想法，但由于基础还不够扎实，就算用到了一些新学到的函数，最后的程序还是有很多值得优化的地方没有得到解决。希望通过以后的学习，能慢慢实现这些功能。这次实验，课后查阅到的一些函数使用方法我都认真记了下来，丰富了我的matlab知识储备。在本次案例学习中，所有的实验均由我独立完成，相关代码和图片结果也都整理到位，代码中存在疑惑的地方以及需要注意的地方均已注释好，以备下次复习时使用。

在这次实验里，我花了大量课后时间学到了很多数学知识和软件操作知识，这些让我收获良多，并且极大地激发了我对matlab学习的兴趣。但同时我也意识到自己还有许多知识盲区，我以后会加强这方面的学习。

6 许柏城 62 课外作业2

2020-03-28