

## 实验过程

- 测定感应电压与感应线圈匝数 $N$ 之间的函数关系。
- 测量感应电压与感应线圈横截面积 $A$ 之间的函数关系。
- 测量感应电压与施加产生感应的交流电电流强度 $I_0$ 之间的函数关系。
- 测量感应电压与施加产生感应的交流电频率 $f$ 之间的函数关系。
- 测量感应电压与施加产生感应的交流电的波形之间的函数关系。

## 目标

测量在感应线圈中产生的电压。

## 概要

如果具有 $N$ 匝绕组的闭合导体回路位于圆筒式线圈之内，且有交流电从中经过，则可通过变化磁场强度产生通过导体回路的交流电流。这一感应电压与绕组匝数、导体回路的横截面积以及施加于励磁线圈之上的交流电的频率、电流强度及波形相关。对各种相关性展开研究，并与原则理论加以比较。

## 所需装置

数量	描述	编号
1	3个感应线圈	1000590
1	励磁线圈 120 mm	1000592
1	圆柱线圈支架	1000964
1	精密电阻 1 $\Omega$	1009843
1	信号发生器 FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	1009957 or
	信号发生器 FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	1009956
1	USB示波器 2x50 MHz	1017264
2	HF跳接线缆, BNC/4 mm 插头	1002748
1	安全试验导线, 75 cm, 黑色	1002849
1	安全试验导线, 75 cm, 红色/蓝色	1017718

## 基本原则

通过N匝闭合导线回路的磁通量的每次变化，都会在此回路中产生感应电压。此种变化会在某种情况下诱发，比如，如果导体回路处于圆柱线圈之内，而圆柱线圈之中有交流电流过的情况。

根据法拉利感应定律，以下公式适用于由速度变化产生的感应电压：

$$(1) \quad U(t) = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}(t).$$

经过截面积 A 的磁通量  $\Phi$  可通过下方公式计算得出：

$$(2) \quad \Phi = B \cdot A$$

B: 磁通密度

如果磁通密度 B 垂直于截面积 A。因此，通过公式 (1) 我们得到：

$$(3) \quad U(t) = -N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}(t).$$

励磁线圈在导体回路中产生的磁通密度如下所列：

$$(4) \quad B = \mu_0 \cdot \frac{N_F \cdot I}{L_F}$$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ : 真空磁导率,  $N_F$ : 励磁线圈的匝数,  
 $L_F$ : 励磁线圈的长度,  $I$ : 流经励磁线圈的电流强度

因此，从公式 (3) 我们得到：

$$(5) \quad U(t) = -\mu_0 \cdot N \cdot A \cdot \frac{N_F}{L_F} \cdot \frac{dI}{dt}(t).$$

在本实验中，首先使用一个信号发生器，在励磁线圈中施加正弦信号。电流 I (t) 的电流强度  $I_0$  由励磁线圈确定，借助于在线圈和信号发生器之间串联连接的一个电阻进行确定。感应电压 U (t) 的大小  $U_0$  作为绕组匝数 N 和感应线圈的横截面积 A，以及正弦信号的频率和流经励磁线圈的电流强度  $I_0$  的函数进行测定。

除了正弦信号之外，还对励磁线圈施加了三角信号和方波信号，从而在具有固定匝数和横截面积以及恒定频率的线圈上产生感应电压，基于这些测定数值，分别取得屏幕截图。

## 评价

对于正弦电流而言

$$I = I(t) = I_0 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t),$$

以下适用

$$U(t) = U_0 \cdot [-\cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)]$$

其中

$$U_0 = 2 \cdot \pi \cdot \mu_0 \cdot \frac{N_F}{L_F} \cdot N \cdot A \cdot I_0 \cdot f.$$

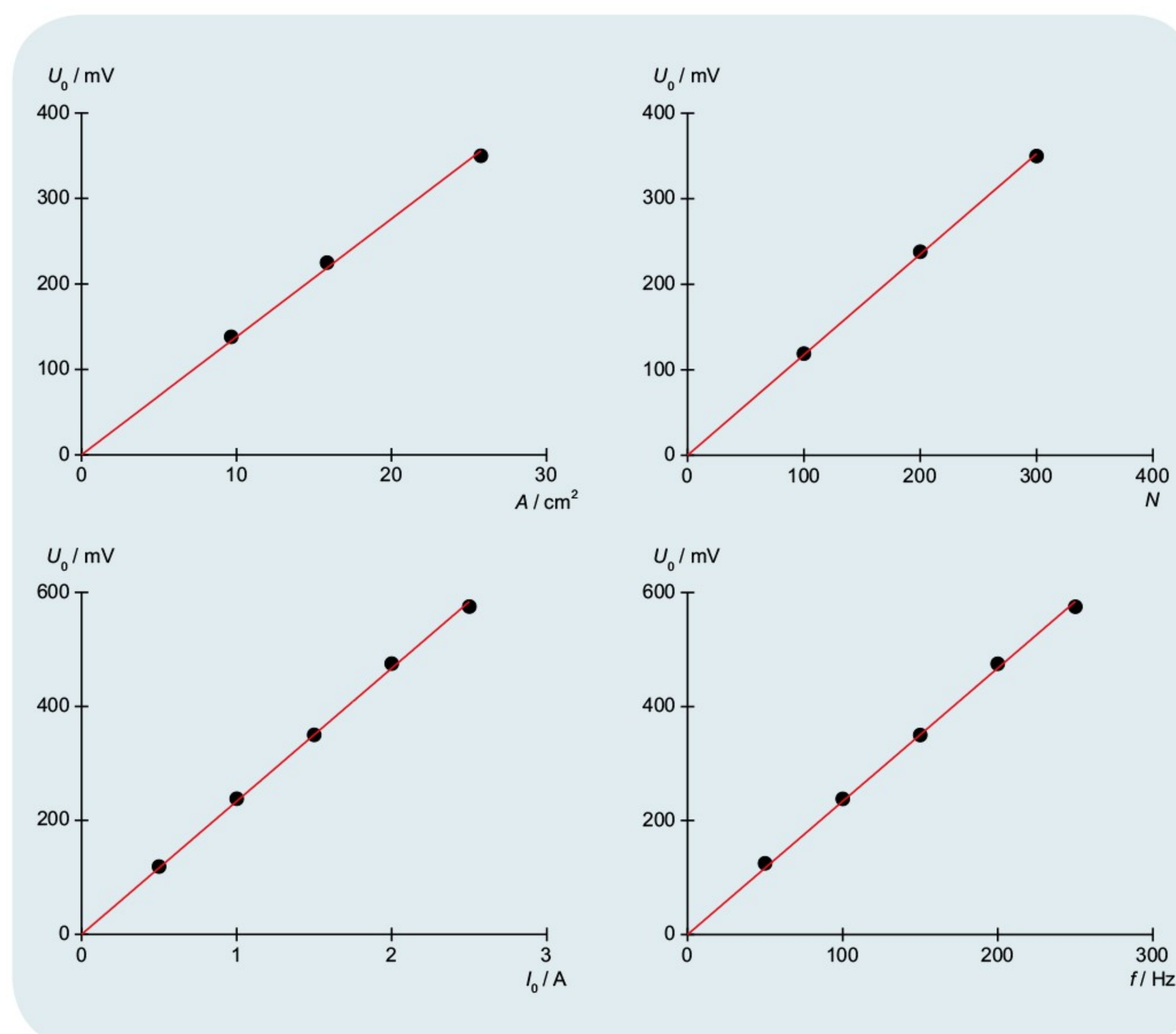


图 1: 感应电压的大小与感应线圈的匝数、横截面积以及流经感应线圈的电流强度、施加于感应线圈之上的正弦信号的频率的函数关系。

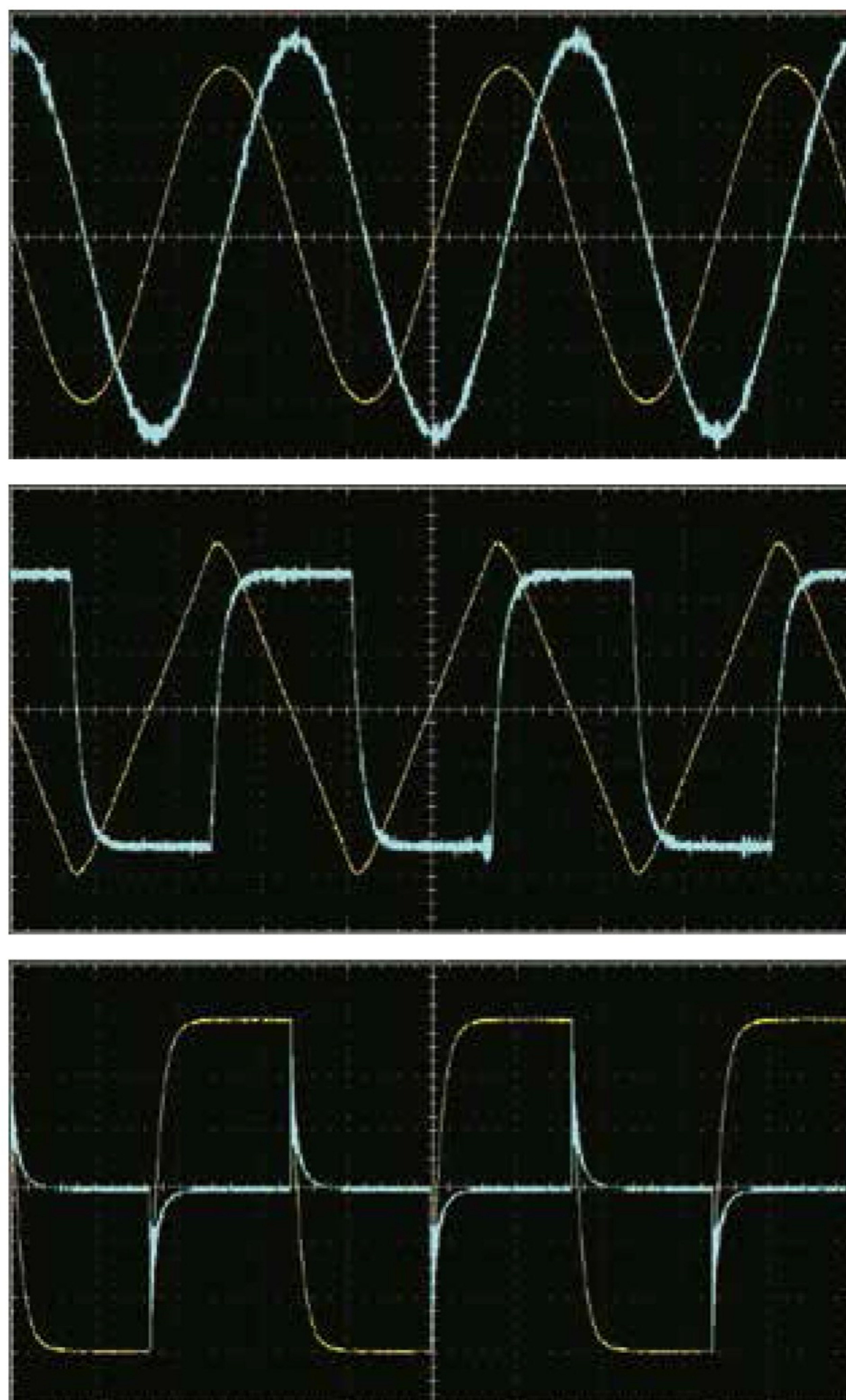


图 2: 感应电压特征与施加于感应线圈之上的正弦 (左上)、三角 (右上) 以及方波信号 (底部) 函数关系图的屏幕截图