

## دستورکار آزمایش ۱ لقاء مغناطیسی

**هدف :** تعیین ضریب القای سیم پیچ استوانه ای

**وسایل آزمایش :**

ست سیم پیچ های القایی- سیم پیچ دو سوکته ( $N=1200$  ,  $L=35mH$ )-اسیلوسکوپ دو کاناله ۲۰MHZ - فانکشن ژنراتور- خازن با ظرفیت  $1nF$  - خازن با ظرفیت  $470pF$  - کولیس - متر - آدا پتور - پروبها

**تئوری آزمایش**

اگر یک جریان قوی  $I$  از یک سیم پیچ استوانه ای با طول  $\ell$  و سطح مقطع  $A = \pi r^2$  و تعداد دور  $N$  عبور کند ، یک میدان مغناطیسی در سیم پیچ ایجاد می شود . وقتی  $\ell \gg r$  میدان مغناطیسی یکنواخت است و شدت

$$H = I \cdot \frac{N}{\ell} \quad (1)$$

میدان ( $H$ ) به آسانی محاسبه می شود .

شار مغناطیسی از رابطه (2)  $\phi = \mu_o \cdot \mu \cdot H \cdot A$  بدست می آید که  $\mu_o$  ثابت میدان مغناطیسی و  $\mu$  ضریب نفوذ پذیری مغناطیسی مطلق محیط می باشد . وقتی شار تغییر می کند ، یک ولتاژ بین دو سر سیم پیچ اعمال می شود.

$$\begin{aligned} U_{in} &= -N \cdot \dot{\phi} \\ &= -N \cdot \mu_o \cdot \mu \cdot A \cdot \frac{N}{\ell} \dot{I} \\ &= -L \cdot \dot{I} \end{aligned} \quad (3)$$

که (4)  $L = \mu_o \cdot \mu \cdot \pi \cdot \frac{N^2 \cdot r^2}{\ell}$  ضریب خود القایی سیم پیچ است .

معادله (۴) تنها برای سیم پیچهایی با طول زیاد ( $\ell \gg r$ ) با میدان مغناطیسی یکنواخت طبق رابطه (۱) به کار می رود .

در عمل مقاومت القایی سیم پیچهای القایی با ( $\ell > r$ ) با دقت بیشتر بوسیله یک فرمول تقریبی فیزیکی تعیین می شود . طبق رابطه (۱) به کار می رود .

$$\text{for } o < \frac{r}{\ell} < 1$$

$$L = 2.1 \cdot 10^{-6} \cdot N^2 \cdot r \cdot \left(\frac{r}{\ell}\right)^{\frac{3}{4}}$$

در آزمایش ، مقاومت القایی سیم پیچ های مختلف ، از طریق فرکانس طبیعی یک مدار نوسانی تعیین می شود .

$$w_o = \frac{1}{\sqrt{LC_{tot}}}$$

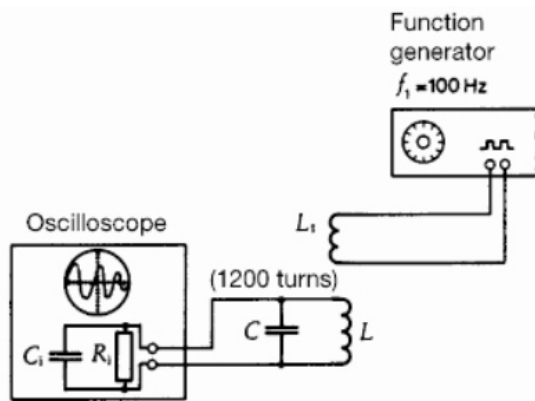
$C_{tot}$  مجموع ظرفیت خازن معلوم ( $C$ ) و ظرفیت خازن ورودی اسیلوسکوپ ( $C_i$ ) می باشد .

( $R_i$ ) مقاومت درونی اسیلوسکوپ است که یک اثر میرایی و افت بر روی مدار نوسانی می گذارد و موجب یک تغییر ناچیز (تقریباً ۱٪ بسته به نوع اسیلوسکوپ) در فرکانس تشدید می شود . بنابراین لقاء مغناطیسی از رابطه زیر محاسبه می شود .

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f_o^2 \cdot C_{tot}}$$

$$C_{tot} = C + C_i \text{ و } f_0 = \frac{w_0}{2\pi} \quad \text{که}$$

### روش آزمایش



برای تحریک سیم پیچ  $L$ ، ولتاژ یک موج مربعی با فرکانس کم ( $f \sim 500\text{Hz}$ ) بکار می رود. تغییر ناگهانی در میدان مغناطیسی، ولتاژی را در سیم پیچ  $L$  ایجاد می کند و سبب می شود یک ارتعاش میرا در مدار LC نوسانی بوجود آید. فرکانس  $f_0$  را می توانیم با اسیلوسکوپ اندازه گیری نمائیم.

برای انجام آزمایش یک سیم پیچ با مشخصات معلوم بطور ثابت بکار می رود و سیم پیچهای استوانه ای با طول های مختلف  $\ell$ ، قطر  $2r$  و تعداد دور  $N$  مورد نیاز است. قطر ها و طول ها را با استفاده از کولیس و متر اندازه گیری کنید، تعداد دور نیز معلوم است.

با وصل کردن سیم پیچها با ابعاد مختلف (طول و شعاع، تعداد دور) با یک خازن با ظرفیت مشخص  $C$  یک مدار نوسانی تشکیل دهید.

N.O	N	$2r(\text{mm})$	$l(\text{mm})$
۱	۳۰۰	۴۰	۱۶۰
۲	۳۰۰	۳۲	۱۶۰
۳	۳۰۰	۲۵	۱۶۰
۴	۲۰۰	۴۰	۱۰۵
۵	۱۰۰	۴۰	۵۳
۶	۱۵۰	۲۵	۱۶۰
۷	۷۵	۲۵	۱۶۰

طبق جدول بالا، مشخصات سیم پیچهای استوانه ای داده شده است. سه اندازه گیری هر کدام با مقادیر مختلف ظرفیت خازن  $C$  (حالت موازی  $C_3 = C_1 + C_2$  و  $C_2 = 470\text{pF}$  و  $C_1 = 1\text{nF}$ ) را با هر سیم پیچ بدست آورید.

بدین ترتیب روابط بین ضریب القاء مغناطیسی و شعاع، طول و تعداد دور بررسی می شود.

$$1) 3,6,7 \rightarrow L = f(N)$$

$$2) 1,4,5 \rightarrow L/N^2 = f(\ell)$$

$$3) 1,2,3 \rightarrow L = f(r)$$

فاصله بین  $L_1, L_2$  باید تا حدی زیاد باشد تا اثر القاء سیم پیچ در فرکانس تشدید محسوس نباشد، همچنین در مجاورت سیم پیچها نباید عنصر یا جزء آهنی وجود داشته باشد.

با استفاده از اندازه گیریها و نتایج بدست آمده نمودارهای القاء مغناطیسی را برحسب تابعی از :

۱- تعداد دور سیم پیچ با طول و شعاع ثابت

۲- طول سیم پیچ در هر دور با شعاع ثابت

۳- شعاع سیم پیچها با طول و تعداد دور ثابت

رسم نمایید .

با توجه به اینکه  $L \sim N^2$  است روابط بین القاء مغناطیسی و طول سیم پیچ را می توان تعیین کرد . در نمودار خط وایازی از مقادیر اندازه گیری شده ، مقدار توان را نشان می دهد .

$$L = A.\ell^B$$

$$B = 1.966$$

روابط بین القاء مغناطیسی و شعاع سیم پیچ  $L = A.r^B$  همچنین را بطنه بین ضریب القاء مغناطیسی و تعداد دور  $L = A.N^B$  را با استفاده از نمودار ها و خطوط وایازی هر نمودار بدست آورید .