

Laborationsinstruktion för Elektromagnetiska sensorer

Tadeusz Stepinski

januari 2003

Namn	Handledarens kommentarer
Årskurs/Inskrivningsår	
Godkänd den	

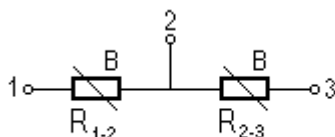
1 Introduktion

1.1 Fältplatta

Resistansen hos en platta av indiumantimonid ökar då den införs i ett magnetfält. Plattan kan göras mycket liten och användas för mätning av magnetfält i spolar, mm.

Fältplattan är en magnetiskt styrbar halvledarmotstånd, vars resistans i en viss riktning ökar med ökande flödestäthet vinkelrätt mot denna riktning.

Differentialfältplatta FP201L100 består av 2 seriekopplade fältplattor, (se fig. 1).



Figur 1. Koppling av en differential fältplatta

1® Beskriv hur man kan konstruera en omkopplare för avkänning av ändlägen mha en differentialfältplatta och en magnet.

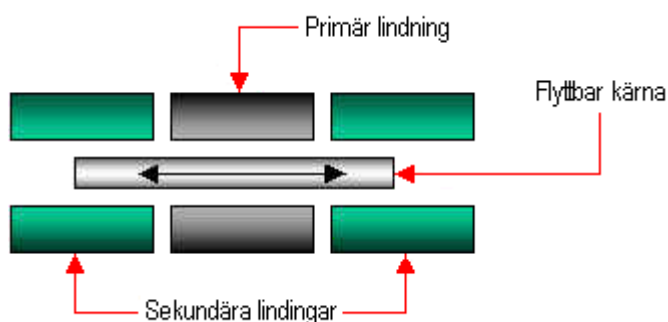
1.2 LVDT

LVDT står för "Linear Variable Differential Transformer".

En LVDTs utsignal är proportionell mot förflyttningen av en flyttbar elektromagnetisk kärna.

LVDT kan användas för att mäta tryck, kraft eller andra fysikaliska fenomen som kan omvandlas till positionsändringar.

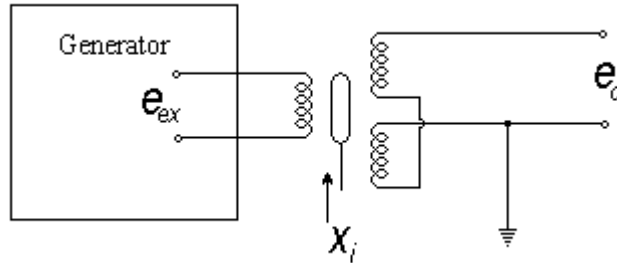
Primärlindningen för en LVDT är placerad nära transformatorns centrum, medan de sekundära lindningarna är placerade symmetriskt runt primärlindning (se fig. 2).



Figur 2. Blockschema av en LVDT

Den sinusformade matningsspänningen (e_{ex}) för dessa transformatorer varierar mellan 3 till 15 V (RMS) och har frekvens 60 - 20,000 Hz. I de identiska sekundära lindningarna induceras spänningar med matningsspänningens frekvens. Dess amplitud och fas är beroende av kärnans position.

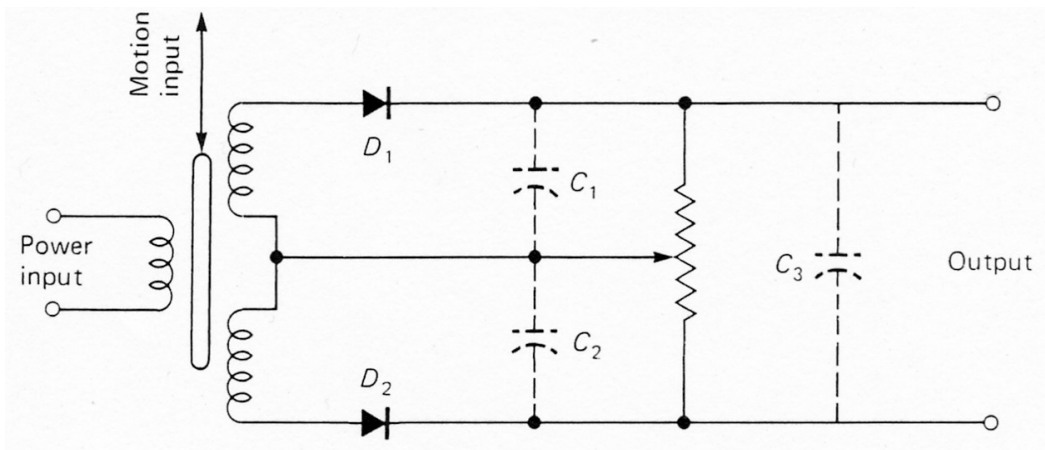
Om de sekundära lindningarna är seriekopplade i motfas (se fig. 3) kan man definiera en s.k. *nollposition* ($X_i \equiv 0$) för vilken utsignal är noll ($e_o = 0$). Kärnans förflyttning från denna position gör att en av de sekundära lindningarna har större reluktans än den andra. För små förflyttningar runt nollpositionen är e_o approximativt en linjär funktion av kärnans position X_i .



Figur 3. Koppling av en LVDT

Utsignalen e_o genomgår ett 180-gradigt fasbyte när kärnan går genom nollpositionen. Det finns dessutom vanligen en fasskillnad mellan e_o och e_{ex} vilken varierar med matspänningens frekvens.

Man kan bygga en enkel faskänslig likriktare genom att använda 2 dioder kopplade till de sekundära lindningarna enligt schemat från fig. 4.



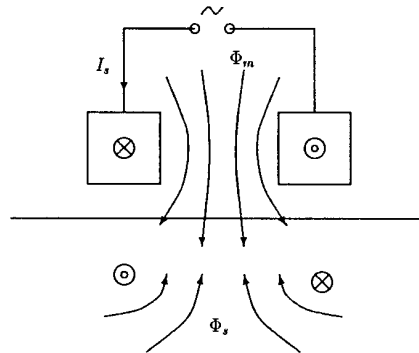
Figur 4. Kretsschemat av en LVDN med faskänslig likriktare.

2[®] Förklara hur LVDN med den faskänsliga likriktaren från fig. 4 fungerar. Vilka är dess fördelar jämfört med kretsen från fig. 3?

1.3 Virvelströmsensorer

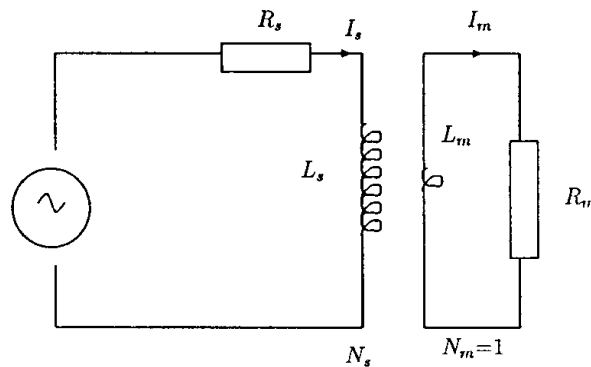
I en spole som matas med en ström uppstår enligt Lenz lag ett magnetisk flöde Φ . Spänningen över spolen V är lika med spolens induktans gånger flödesändringen $-\frac{d\Phi}{dt}$ i spolen. Om spolen befinner sig i närheten av ett ledande materials yta kommer det magnetiska flödet även att tränga in i materialet.

Det magnetiska flödet kommer då att inducera en s.k. virvelström i materialet (som är motriktad strömmen i spolen). Strömmen i materialet kommer i sin tur att bilda ett nytt magnetiskt flöde som är motriktat flödet från spolen (se fig. 5).



Figur 5. Inducering av virvelströmmar i materialet

Hela arrangemanget kan beskrivas approximativt som en transformator där primärlindningen är den tidigare nämnda spolen och där sekundärsidan består av en spole med endast en kortsluten lindning (se fig. 6).



Figur 6. Transformator modellen för virvelströmsinducering.

R_s i fig. 6 motsvarar primärspolens (likströms-) resistans, medan R_m härrör från resistansen i materialet.

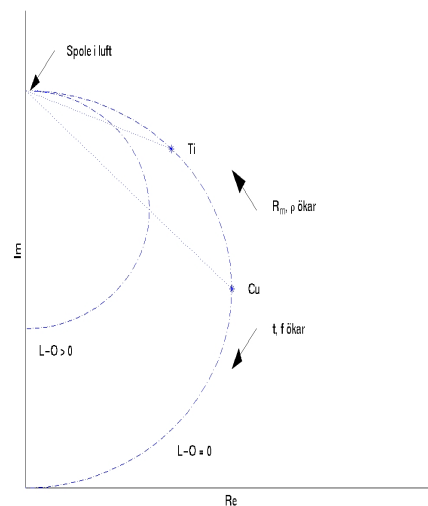
3[®] Rita upp den ekvivalentkrets som erhålls genom att transformera över sekundärsidan till primärsidan. Anta att kopplingen mellan spolarna är perfekt ($M_{sm} = \sqrt{L_s L_m}$).

4[®] Presentera den erhållna ekvivalentkretsens impedans i normaliserad form¹, dvs. som $\frac{Z_I - R_s}{\omega L_s}$ där Z_I är kretsens totala impedans.

Tips: Börja från ekvationer för den primära och sekundära kretsen

$$\begin{aligned}(R_s + j\omega L_s)I_s + j\omega M_{sm}I_m &= V_s \\ j\omega M_{sm}I_s + (R_m + j\omega L_m)I_m &= 0 \\ Z_I &= \frac{V_s}{I_s}\end{aligned}$$

Spolens impedans ändras när den befinner sig i närheten av ett ledande materials yta (se figur 8).



Figur 8. Exempel av det normaliserade spolens impedansdiagram som visar förändringar av spolens impedans som funktion av materialets ledningsförmåga och lift-off (L-O).

Impedansen i testspolen beror av ett flertal faktorer, bl.a. följande:

- Avståndet mellan spolen och materialets yta (Lift-off).
- Materialets resistivitet ρ .
- Materialets relativa permeabilitet μ_r .
- Matningsspänningens frekvens f .
- Materialets tjocklek.

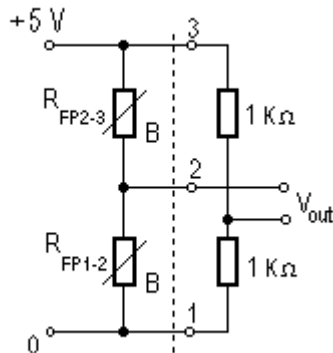
Om någon av dessa faktorer ändras kommer alltså även testspolens impedans att ändras och det är därigenom möjligt att detektera ändringen.

¹ Normering görs för att spolar med olika impedans skall kunna jämföras.

2 UPPGIFTER

2.1 Undersökning av differentialfältplatta

Koppla in fältplattan i en vanlig bryggkoppling (se fig. 9). Matningsspänning till bryggan är 5 V likspänning.



Figur 9

5[®] Mät upp en kalibreringskurva för givaren och rita in den i en graf. Bestäm dessutom det linjära området ur kalibreringskurvan.

2.2 Kalibrering av differentialtransformatorn

a) Anslut differentialtransformatorn till kopplingsbordet. Koppla in primärlindning och sekundärlindring (se fig. 3). Anslut oscilloskopet och generatoren. Lämplig matningsspänning är $e_{ex} = 10$ V med frekvens $f = 2.0$ KHz.

Tag upp en kalibreringskurva för LVDT dvs. $e_o = f(X_i)$.
 X_i - läget hos kärnan i mm 10^{-2}

6[®] Rita en graf över det erhållna resultatet. Bestäm det linjära området ur kalibreringskurvan.

b) Koppla in detektorn (fig. 4) och upprepa kalibreringsförfarandet.

7[®] Rita en graf över det erhållna resultatet. Bestäm det linjära området ur kalibreringskurvan.

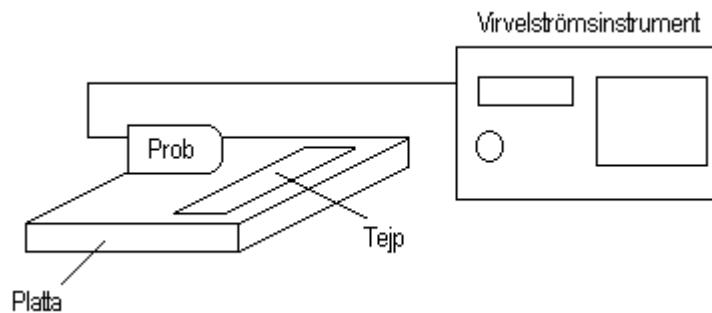
c) Jämför och kommentera resultat erhållna i punkt b med dessa i punkt a.

2.3 Tjocklekmätning med virvelströmsprob

Den så kallade Lift-off effekten (L-O) kan användas för att mäta tjockleken på en elektriskt isolerande beläggning ovanpå ett ledande material.

I denna uppgift ska en isolerande beläggnings tjocklek uppskattas mha en absolutprob (PLA 33-11 eller PLA 3-11). Beläggningen kan tex utgöras av ett färglager. I detta fall är beläggningen en tejp som sitter på en aluminiumplåt (se fig. 10).

För att kunna utföra tjockleksmätningen måste man först mäta upp en kalibreringskurva. På aluminiumplåten finns det för detta ändamål tejp i sex olika lager, vars tjocklek är kända (dvs mäts med μ -meterskruv). Använd sedan denna kurva för att bestämma tjockleken på den två skikten märkta A och B.



Figur 10. Mätning av tejtjockleken med virvelströmsinstrument

På sidan av virvelströmsinstrumenten finns utgångar för X- resp Y-led. Anslut en digital voltmeter till en av utgångarna. Vrid sedan bilden (använd vinkelknappen) så att L-O riktningen ligger i samma riktning som den utgång du valt och nollställ virvelströmsinstrumentet.

8® Redovisa kalibreringskurvan och uppskatta tjockleken för de okända belägningarna.

Labbrapport

Rapporten skall innehålla svar till alla 8 frågor märkta med ® samt resultat av alla genomförda mätningar och ritade kurvor.