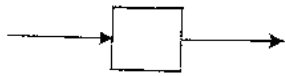


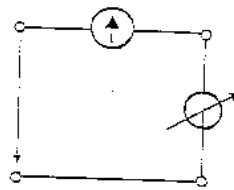
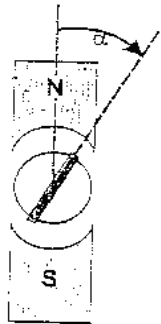
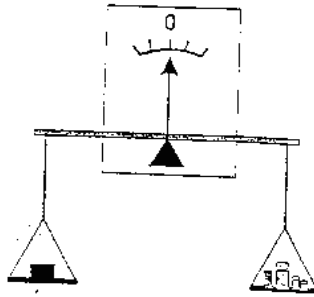
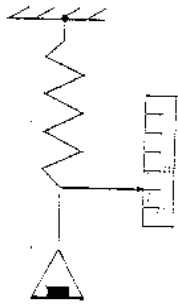
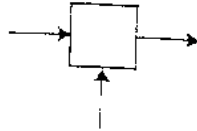
4. Prinzipielles zum Messen von Strom u. Spannung

4.1 Prinzip der direkten und kompensatorischen Messung

Ausschlagverfahren



Kompensationsverfahren

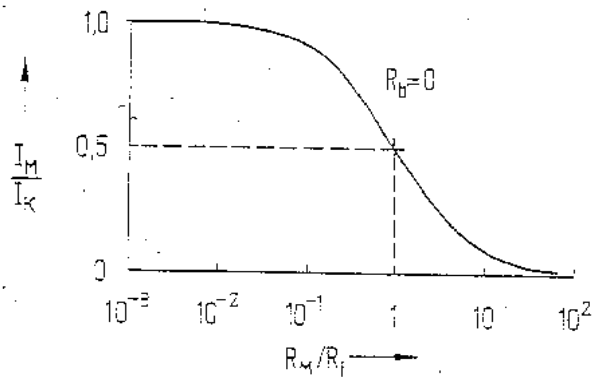
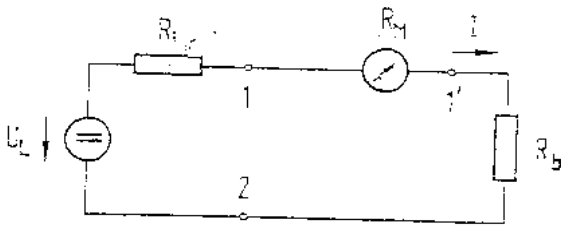


- ◆ Drehspulmesswerk
- ◆ Drehmagnetmesswerk
- ◆ Elektrodynamisches Messwerk
- ◆ Dreheisenmesswerk

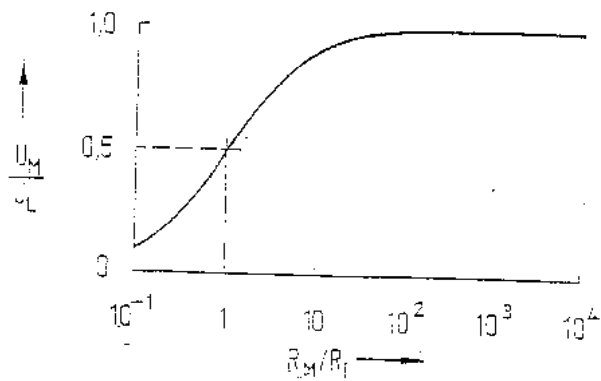
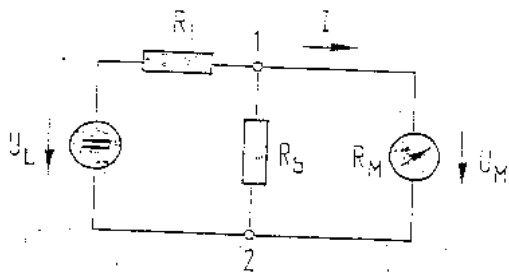
- Spannungskompensatoren
- Stromkompensatoren

4.2 Direktes Messen von Strom und Spannung

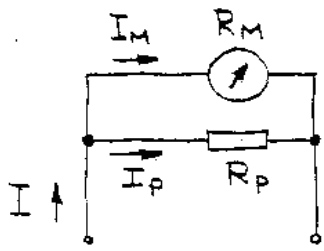
• Strommessung



• Spannungsmessung



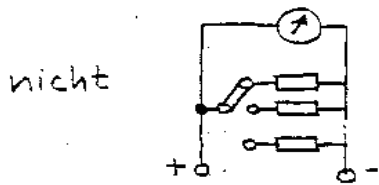
• Erweiterung Strommessbereiche



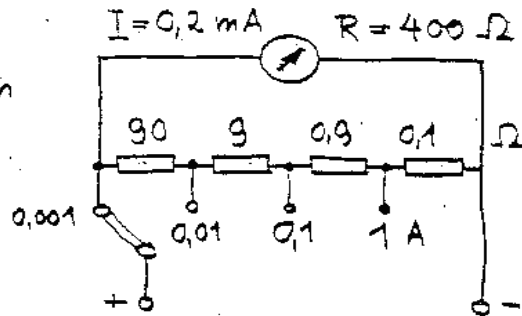
$$I = I_M + I_P$$

$$I_M R_M = I_P R_P = R_P (I - I_M)$$

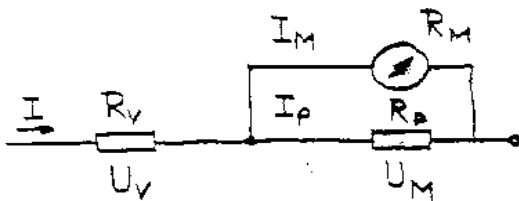
$$R_P = R_M \frac{I_M}{I - I_M}$$



sondern



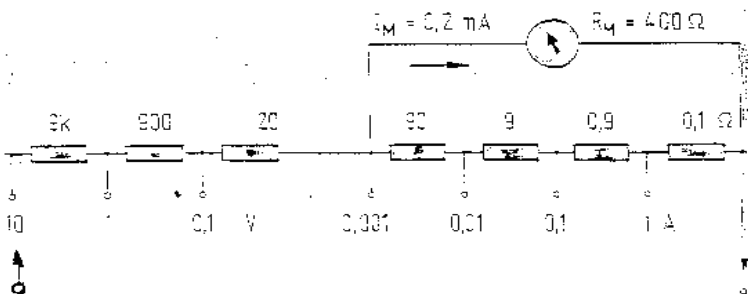
• Erweiterung Spannungsmessbereiche



$$U = U_V + U_M$$

$$= R_V I + (R_P \parallel R_M) I$$

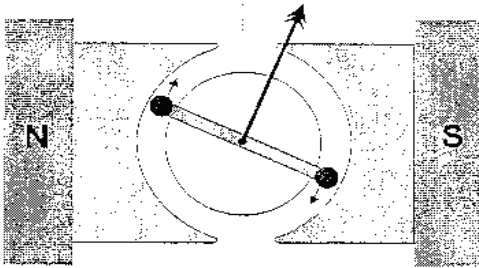
$$R_V = \frac{U}{I} - (R_P \parallel R_M)$$



- **Strom- und Spannungsmesser**

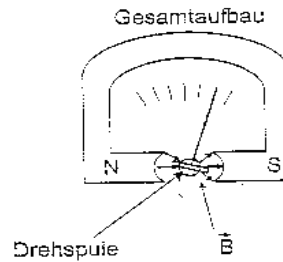
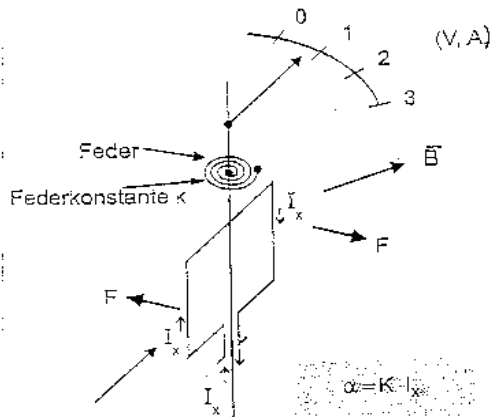
Drehspulmesswerk

Prinzip



bewegte Ladung, stromführender Leiter in einem Magnetfeld
(siehe 1.8)

Aufbau



Symbol

Ausführungsformen

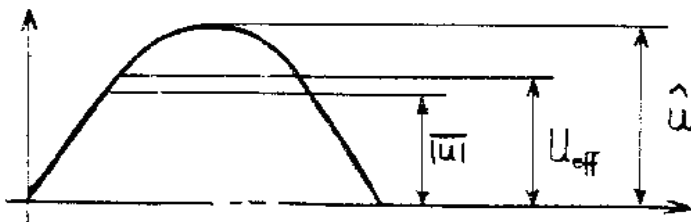
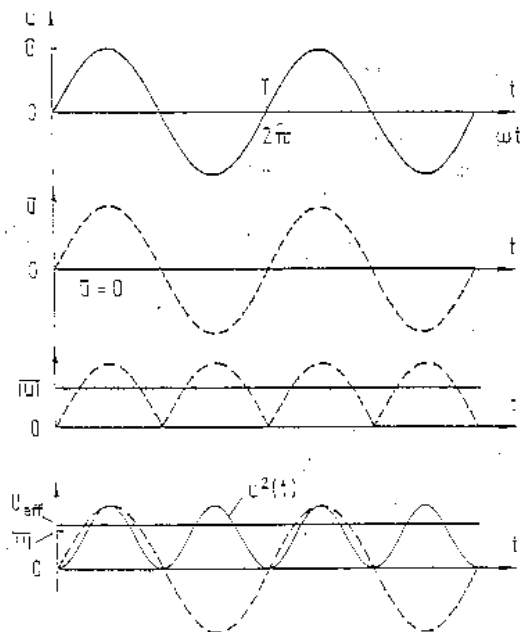
- Einzelgeräte meist in Prozesswarten zur analogen Anzeige
- Vielfachinstrumente zur Strom- und Spannungsmessung (Gleich- und Wechselgrößen) meist mit vorgeschalteten elektronischen Messverstärkern, einschliesslich echter Effektivwertmessung

4.3 Kenngrößen von Wechsignalen

$\hat{x} = \max(u(t))$	Spitzenwert	
$\bar{x} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$	Mittelwert	
$\overline{ x } = \frac{1}{T} \int_0^T x dt$	Gleichrichtwert	
$X_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$	Effektivwert	
$k = \frac{X_{eff}}{\overline{ x }}$	Formfaktor	
$c = \frac{\hat{x}}{X_{eff}}$	Scheitelfaktor (Crestfaktor)	

Beispiel: sinusförmiger Spannungsverlauf

$$u(t) = \hat{U} \sin \omega t = \hat{U} \sin 2\pi f t$$



Prinzipielle Möglichkeiten zur Bestimmung des Effektivwertes

mit Recheneinheit

mit speziellen ICs

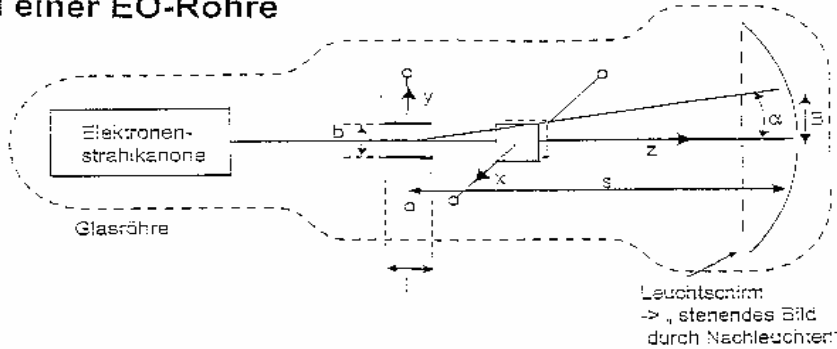
mit Drehspulinstrument + Gleichrichter

4.4 analoges Elektronenstrahloszilloskop EO

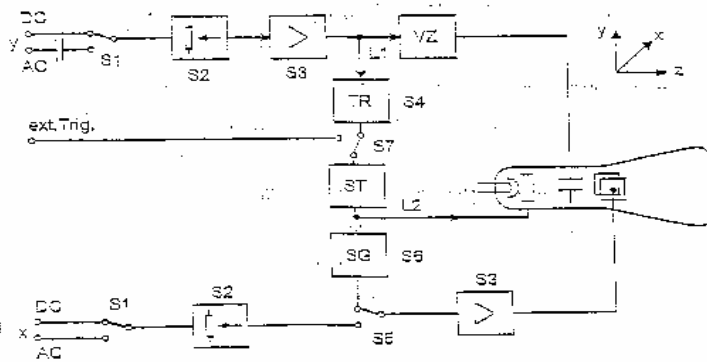
Prinzip:

- Elektronenstrahl(=bewegte Ladungen) innerhalb einer Vakuumröhre, abgelenkt durch Elektroden im elektrischen Feld.
- Darstellung von Zeit- und Funktionsverläufen durch Parameterdarstellung quasi über die x- und y-Elektroden

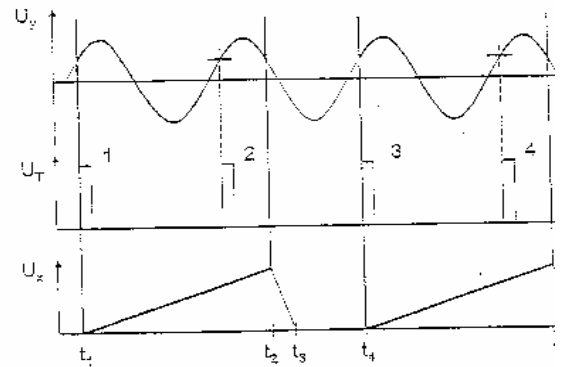
Aufbau einer EO-Röhre



Blockschaltbild eines EO

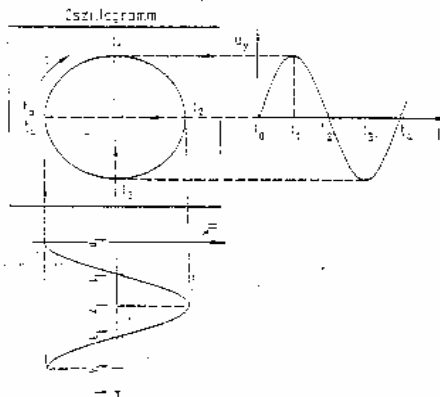


Triggenung führt zu stehendem Bild



Anwendung, Beispiel: Lissajous-Figuren

	$n=1$	$n=2$	$n=3$
$\phi = 0$			
$\phi = \pi/2$			
$\phi = \pi$			
$\phi = 3\pi/2$			
$\phi = \pi/4$			

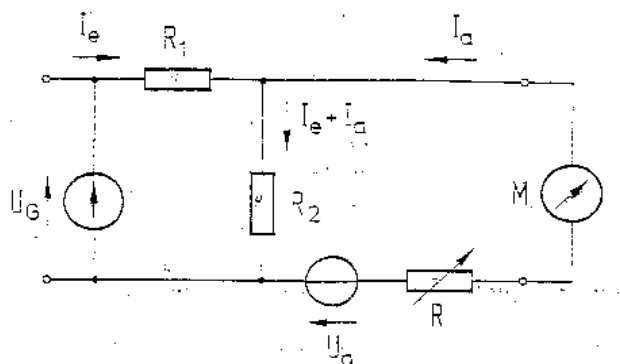


4.5 Kompensationsschaltungen

Merkmale einer Kompensation: Hochempfindliches Nullinstrument, das im abgeglichenen Zustand (=Kompensation) stromlos wird. Damit wird eine hochohmige Spannungsmessung bzw. eine niederohmige Strommessung möglich.

Kompensatoren mit Nullinstrumenten- wie sie nachfolgend gezeigt sind- werden heute nur noch bei speziellen sehr hochauflösenden Messproblemen eingesetzt. Das Prinzip der Kompensation wird heute elektronisch realisiert vor allem bei Messverstärkern aber auch bei Sensoren.

a) Spannungskompensation durch Messen eines Hilfstromes



b) Stromkompensation

