

Oszilloskop-Verfahren Lissajous-Figuren

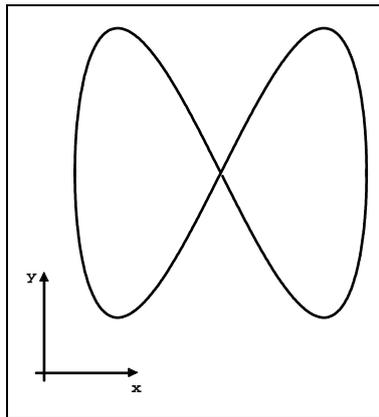
Werden an die x- und y-Eingänge eines Oszilloskopes Sinusspannungen mit rationalem Frequenzverhältnis

$$\frac{f_x}{f_y} = \frac{m}{n}$$

gelegt (x/y-Darstellung), dann entstehen die bekannten Lissajous-Figuren.

Aus der Zahl der in x- und y-Richtung gezählten Maxima kann das Verhältnis m/n bestimmt werden.

Beispiel:



Einfache Lissajous-Figur:

In x-Richtung existieren 2 Maxima (Sinusspannung an x),
In y-Richtung existiert 1 Maximum (Sinusspannung an y).

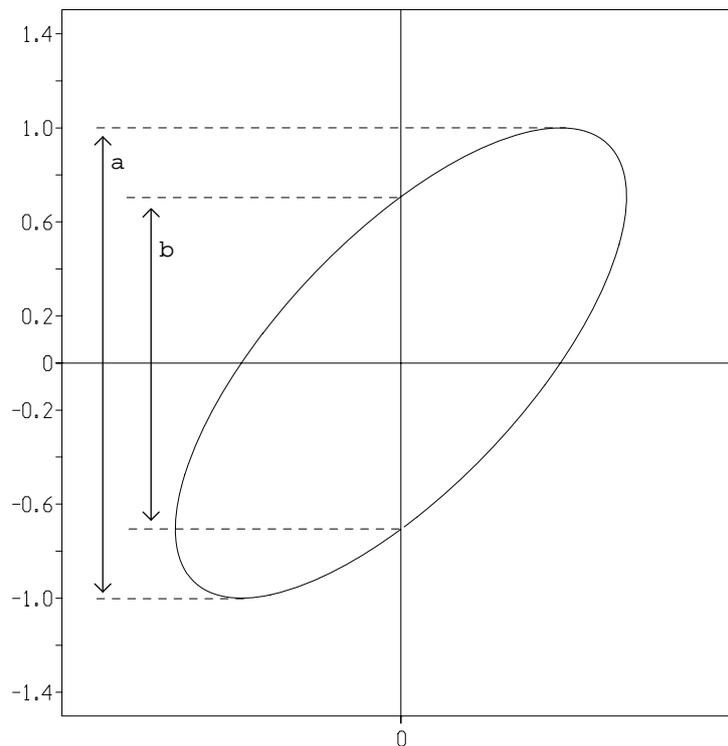
Daraus folgt:

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{2}{1} \quad , \quad f_x = f_y / 2$$

Oszilloskop-Verfahren Lissajous-Figuren

Sind die beiden Sinusspannungen am x- und y-Eingang gleich in Frequenz und Amplitude, dann ergeben sich Ellipsen (gleiche Verstärkung des x- und y-Kanals).

Aus der Ellipse läßt sich die Phasenverschiebung zwischen den beiden Eingangsspannungen ableiten.



Zur Phasenbestimmung werden die Ellipsenparameter a und b als Funktion der Frequenz gemessen. Für die Phasenverschiebung ergibt sich dann:

$$\sin(\varphi) = \frac{b}{a}$$
$$\varphi = \arcsin\left(\frac{b}{a}\right)$$

Oszilloskop-Verfahren Lissajous-Figuren

Grundformen:

| | |
|-----------------------|-------------|
| $\varphi = 0$ | +45°-Gerade |
| $\varphi = 90^\circ$ | Kreis |
| $\varphi = 180^\circ$ | -45°-Gerade |

Also:

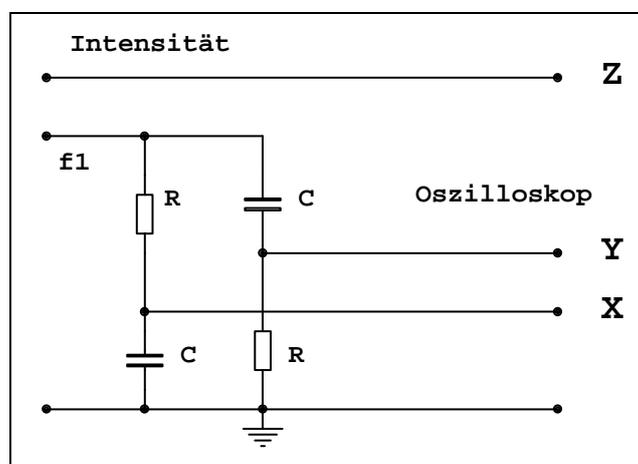
Mit $\varphi = 90^\circ$ wird eine Kreisform erzeugt (Kreisschrieb). Diese Kreisform kann zur Frequenz- und Phasenmessung eingesetzt werden.

Frequenzvergleichsmessung mit dem Oszilloskop

Mit Hilfe der Lissajous-Figur können Frequenzmessungen bzw. Frequenzvergleichsmessungen durchgeführt werden.

Im Falle gleicher Auslenkung der X- und Y-Signale ($\hat{U}_X = \hat{U}_Y$) und einer Phasenverschiebung $\varphi = 90^\circ$ wird auf dem Oszillographenschirm ein Kreis abgebildet (Kreisschrieb).

Prinzipschaltung zur Erzeugung eines Kreisschriebs:



Frequenzvergleichsmessung mit dem Oszilloskop

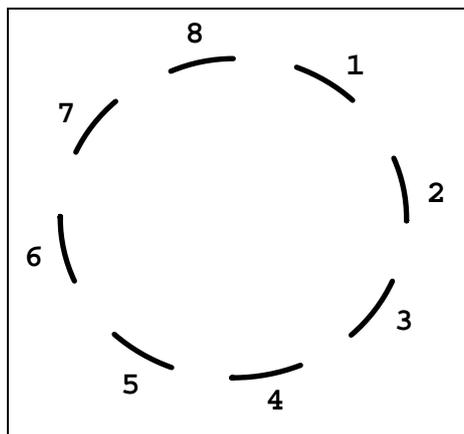
Für die Phasenverschiebung ergibt sich in diesem Fall:

$$\varphi = \arctan\left(\frac{1}{\omega RC}\right) + \arctan(\omega RC) = \arctan(\infty)$$

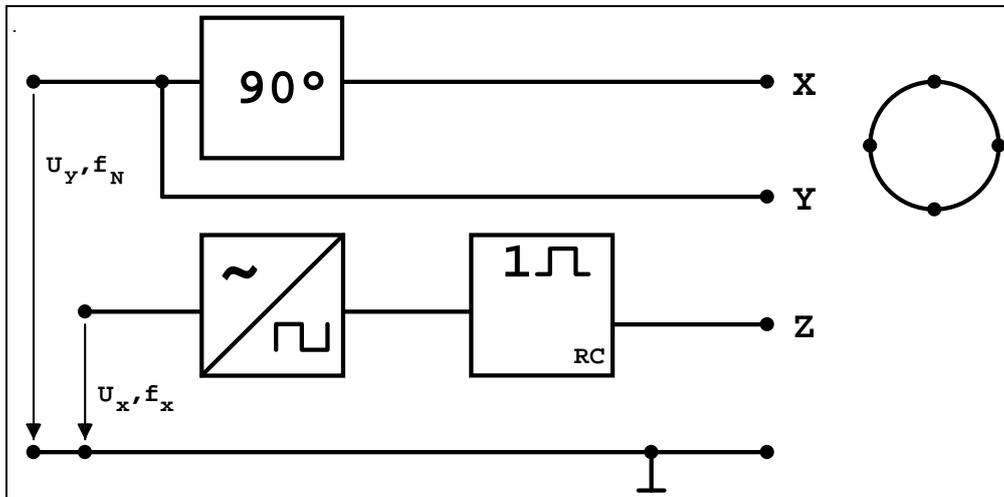
also: $\varphi = 90^\circ$

Durch Benutzung des Z-Einganges kann das Oszilloskop-Signal moduliert werden, indem z.B. mit einem Signal der Frequenz f_2 eine periodische Dunkel- oder Helltastung vorgenommen wird. Die Anzahl der Lichtmarken auf dem Kreisumfang gibt dann das Frequenzverhältnis an.

z.B.: $f_2/f_1 = 8$



Frequenzmessung mit dem Oszilloskop



Der Kreis wird mit Hilfe der Sinusspannung U_y erzeugt und mit der Frequenz f_N durchlaufen.

Aus der Sinusspannung U_x (Frequenz f_x) wird zunächst ein Rechtecksignal erzeugt. Das nachgeschaltete Monoflop antwortet auf jede Forderflanke (L→H) mit einem einstellbaren Impuls (Dauer über RC bestimmt).

Dieser positive Impuls wird auf den Z-Eingang des Oszilloskops gegeben und bewirkt damit eine kurzzeitige Aufhellung des Kreises (⇒ Hellmarke).

Zeit zum Durchlaufen des Kreises:

$$T_N = \frac{1}{f_N}$$

Bei einem stehenden Bild mit m Hellmarken gilt dann für den Abstand zwischen den Marken:

$$T_x = \frac{T_N}{m}$$

also:

$$f_x = \frac{1}{T_x} = \frac{m}{T_N}$$

$$\underline{f_x = m \cdot f_N}$$

Frequenzmessung mit dem Oszilloskop

Problem:

Es ist nicht sicher, daß der Kreis zur Erzeugung der Marken nur einmal oder mehrmal durchlaufen wurde.

Also:

$$T_x = \frac{n \cdot T_N}{m}$$

und damit:

$$f_x = \frac{m \cdot f_N}{n}$$

Also: Das Verfahren ist nicht eindeutig!

Mehrdeutigkeit:

a) Ergebnis entspricht dem Hauptwert:

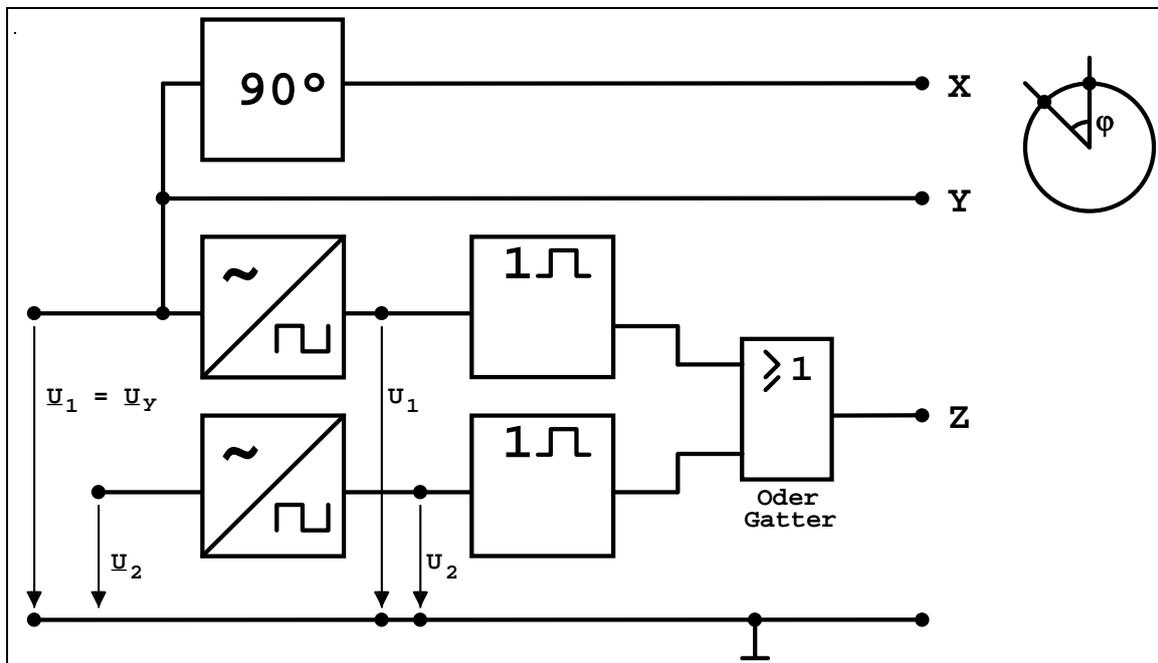
$$f_x = m \cdot f_N$$

b) Ergebnis entspricht dem Nebenwert:

$$f_x = \frac{m \cdot f_N}{n}$$

Diese Mehrdeutigkeit ist ein typisches Kennzeichen aller stroboskopischen Verfahren.

Verfahren zur direktanzeigenden Phasenmessung



Der Kreis wird aus einer der beiden Eingangsspannungen abgeleitet (\underline{U}_x oder \underline{U}_y) und mit deren Frequenz geschrieben (f_M). Aus den phasenverschobenen Spannungen \underline{U}_1 und \underline{U}_2 werden zunächst wieder Rechteckspannungen erzeugt, die dann über Monoflops in kurze Impulse umgewandelt werden. Ein ODER-Gatter sorgt dafür, daß jeder der beiden Impulse eine Hellmarke erzeugen kann. Der Ausgang des ODER-Gatters wird deshalb wiederum auf den Z-Eingang des Oszilloskops gegeben.

Auf dem Kreis erscheinen zwei Hellmarken, deren geometrischer Winkelabstand φ direkt mit dem elektrischen Phasenwinkel identisch ist.

Die Aussage ist außerdem vorzeichengerecht ($\text{sign}(\varphi)$). Bei $\varphi=0$ erscheint ein einziger Punkt.

Oszillographische Messung erdfreier Größen

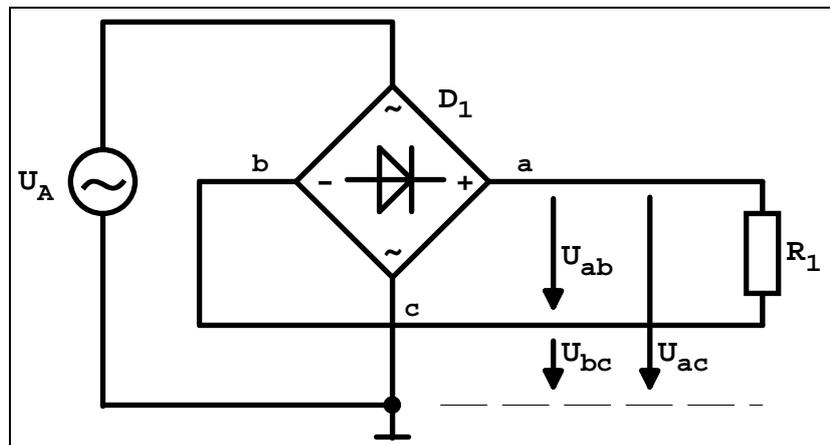
Ziel:

Darstellung des Potentialverlaufs zwischen zwei Punkten a und b, die jeweils Potentiale gegen Erde (Schutzerde) führen.

Es existieren zwei Möglichkeiten, diese Messung vorzunehmen:

- Verwendung eines Oszillokops mit erdfreiem Eingang,
- 2-Kanalbetrieb des Oszilloskops und Differenzbildung der Signale.

Die zweite Möglichkeit soll hier untersucht werden am Beispiel einer Zweiweg-Gleichrichterschaltung:



Die folgenden Oszilloskop-Eingänge (-Kanäle) bzw. -Funktionen sollen eingesetzt werden:

| | |
|-----------|-----------------------|
| Kanal A: | Signal a (U_{ac}) |
| Kanal B: | Signal b (U_{bc}) |
| Kanal B: | invertiert |
| Funktion: | A + B |

Dargestellte
Gesamtfunktion: $U_{ac} - U_{bc} = U_{ab}$

Achtung:

Nach jeder Veränderung der Oszilloskop-Funktion (INV, ADD) muß die Nulleinstellung kontrolliert werden.