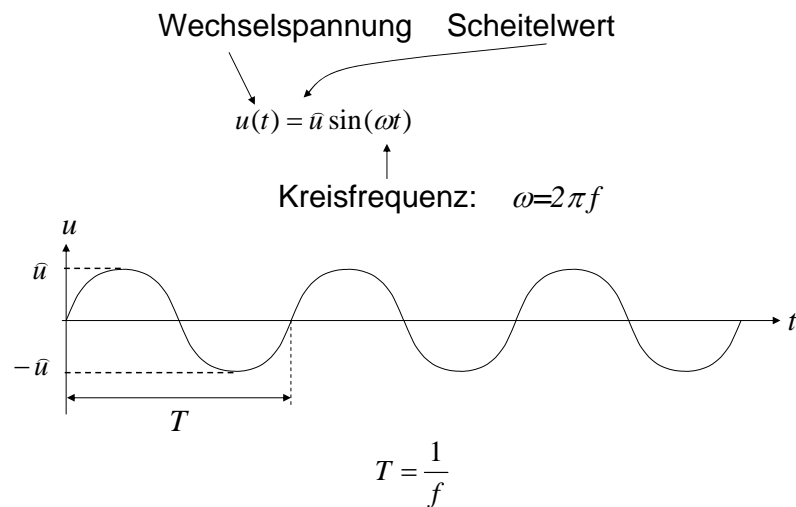


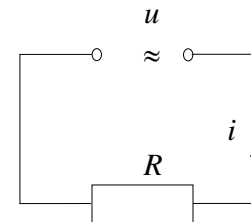
Elektrizitätslehre 3

Wechselstrom
Signale in der Medizin
Signalanalyse

Wechselspannung

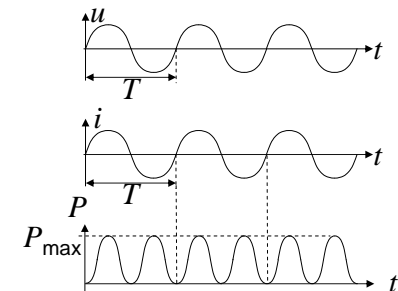


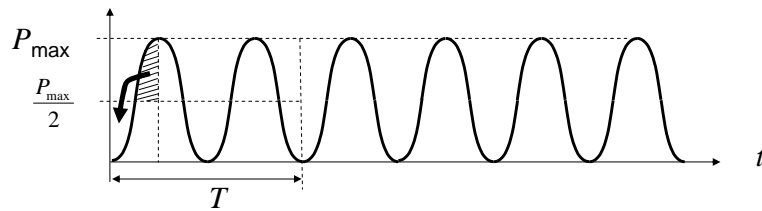
Wechselspannungskreis



$$u(t) = \bar{u} \sin(\omega t)$$

$$i(t) = \bar{i} \sin(\omega t)$$





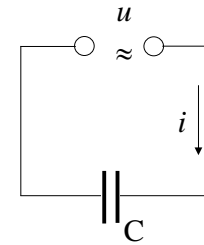
Durchschnittliche Leistung:

$$\bar{P} = \frac{P_{\max}}{2} = \frac{\hat{u}\hat{i}}{2} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}}$$

Effektive Spannung: $U_{\text{eff}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$

Effektive Stromstärke: $I_{\text{eff}} = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$

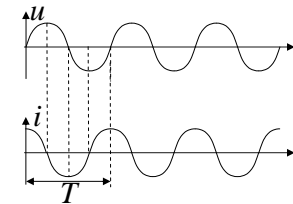
Kondensator im Wechselstromkreis



$$u = U_C = \frac{Q}{C}$$

$$Q = C \cdot u = C \cdot \hat{u} \sin(\omega t)$$

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = C \hat{u} \frac{\Delta \sin(\omega t)}{\Delta t} = \hat{i} \cos(\omega t)$$



$$\frac{\Delta \sin(\omega t)}{\Delta t} = \omega \cos(\omega t)$$

$$\hat{i} = \hat{u} \cdot C \cdot \omega$$

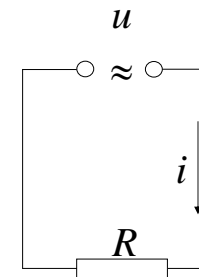
$$\frac{\hat{u}}{\hat{i}} = \frac{1}{\omega C} = X_C$$

Kapazitiver Widerstand

$$X_C = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}}$$

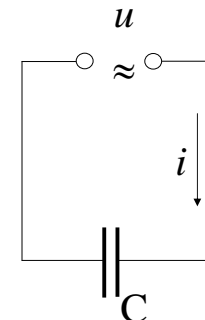
$$X_C \neq \frac{u}{i}$$

Zusammenfassung:



$$R = \frac{u}{i} = \frac{\hat{u}}{\hat{i}} = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}}$$

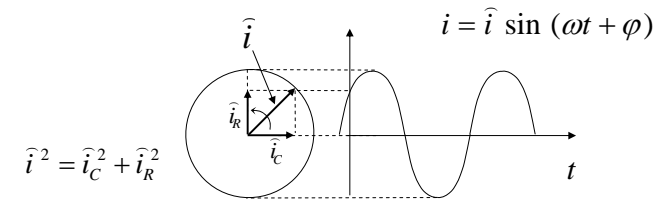
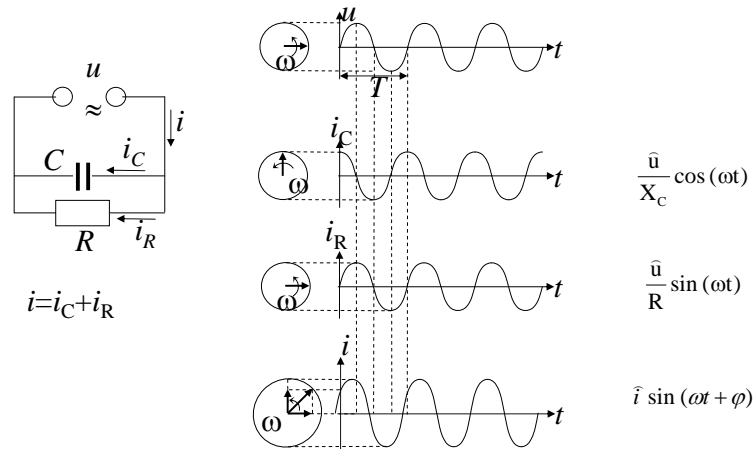
***u* und *i* in gleicher Phase**



$$X_C = \frac{\hat{u}}{\hat{i}} = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} \neq \frac{u}{i}$$

i* eilt sich im Vergleich zum *u

Wechselstromkreis mit Widerstand und Kondensator in Parallelschaltung



$$\hat{i} = \sqrt{\hat{i}_C^2 + \hat{i}_R^2} = \sqrt{\frac{\hat{u}^2}{X_C^2} + \frac{\hat{u}^2}{R^2}} = \hat{u} \sqrt{\frac{1}{X_C^2} + \frac{1}{R^2}} = \frac{\hat{u}}{Z}$$

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{X_C^2} + \frac{1}{R^2}}$$

$$Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$$

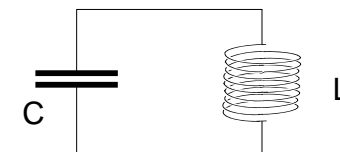
↑
Impedanz

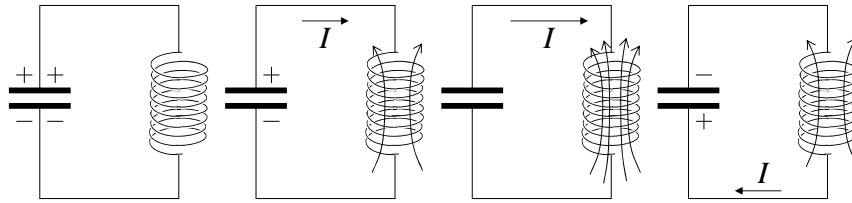
Zusammenfassung

	Reihenschaltung	Parallelschaltung
	$R_r = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
	$Z = \sqrt{X_C^2 + R^2}$	$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{X_C^2} + \frac{1}{R^2}}$

Schwingkreis:

Erzeugung der elektromagnetischen Schwingungen

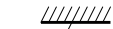




U max
I 0

0 max

Mechanische Analogie: Pendel



E_{pot}



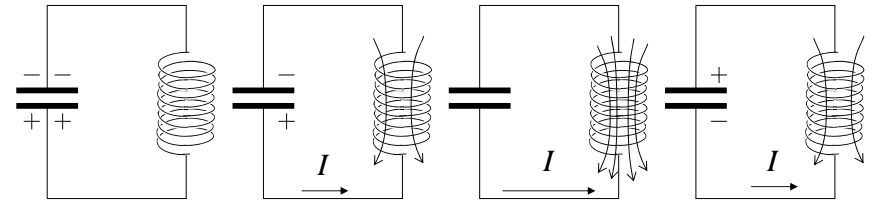
$E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}$



E_{kin}



$E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}$



U - max
I 0

0 - max



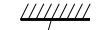
E_{pot}



$E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}$

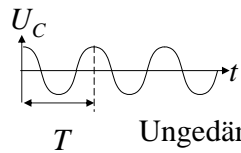


E_{kin}

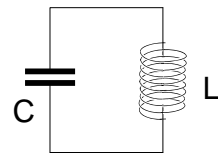


$E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}$

Idealer Schwingkreis:



Ungedämpfte Schwingung

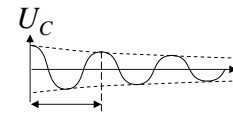


Eigenfrequenz:

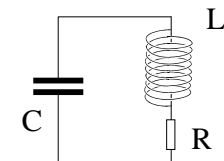
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Resonanz!

Reeller Schwingkreis

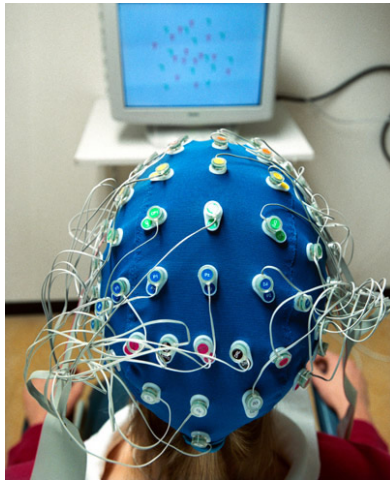


Gedämpfte Schwingung



Energieverlust am Widerstand

Kleine medizinische Signalverarbeitung



Signal: eine Grösse, die Information trägt, weiterleitet oder speichert.

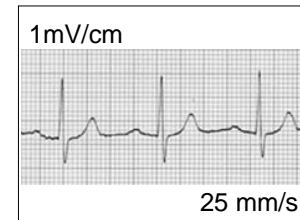
Beispiel1:

elektrische Spannung, die infolge der Herz-/Gehirntätigkeit auf der Körper-/Schädeloberfläche erscheint (EKG/EEG)

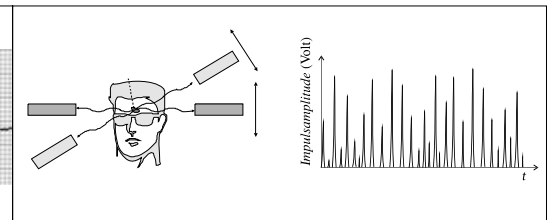
Beispiel2:

die detektierte Gamma-Quanten bei der Isotopendiagnostik

(1)



(2)



Klassifizierung der Signale

statisches S.	–	zeitabhängiges S.
periodisches S.	–	nichtperiodisches S.
stochastisches S.	–	nichtstochastisches S.
nichtelektrisches S.	–	elektrisches S.
analoges S.	–	digitales S.

in ausgezeichneter Rolle

elektrische Signale

digitale Signale

die nichtelektrische Signale werden in elektrische Signale umgewandelt

die analoge Signale werden digitalisiert

Vorteil der elektrischen S.:
Umwandlung, Verstärkung,
Weiterleitung ist einfach

Vorteil der digitalen S.:
Speicherung ist einfach,
Rausch kann
minimalisiert werden

