

Elektrikernas kokbok

Björn Ögren

2022-11-10

Likströmskretsar

$$f = 26,3 \text{ Hz}$$

$$f = 26,3 \text{ Hz}$$

$$f = 26,3 \text{ Hz}$$

URI

Hello World

Växelströmskretsar

Hello World

Tidsintervall

Frekvens är en storhet för antalet repeterande händelser inom ett givet tidsintervall[1]. För att beräkna frekvensen fixerar man ett tidsintervall, räknar antalet förekomster av händelsen och dividerar detta antal med längden av tidsintervallet. Resultatet anges i enheten hertz (Hz) efter den tyske fysikern Heinrich Rudolf Hertz, där 1 Hz är en händelse som inträffar en gång per sekund. Alternativt kan man mäta tiden mellan två förekomster av händelsen ((tids)perioden) och därefter beräkna frekvensens reciproka värde.

Frekvens

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$Frekvens = \frac{1}{Tid}$	f	Frekvens	Hertz	Hz

Exempel uträkning frekvens (1)

$$\begin{aligned} Frekvens &= \frac{1}{Tid} \\ f &= \frac{1}{38} \times 10^3 \\ f &= 26,3 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Tid

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$Tid = \frac{1}{Frekvens}$	f	Frekvens	Hertz	Hz

 Exempel uträkning tid (1)

$$Tid = \frac{1}{\text{Frekvens}}$$

$$Tid = \frac{1}{400} \times 10^3$$

$$T = 2,5 \text{ ms}$$

Toppvärden

Toppspänning

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$\hat{u} = U_{eff} \times \sqrt{2}$	\hat{u}	Toppspänning	Volt	V

 Exempel uträkning toppspänning

$$\hat{u} = U_{eff} \times \sqrt{2}$$

$$\hat{u} = 415 \times \sqrt{2}$$

$$\hat{u} \approx 587 \text{ V}$$

Toppström

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$\hat{I} = I_{eff} \times \sqrt{2}$	\hat{I}	Toppström	Amper	A

 Exempel uträkning toppström

$$\hat{I} = I_{eff} \times \sqrt{2}$$

$$\hat{I} = 20 \times \sqrt{2}$$

$$\hat{I} \approx 28,3 \text{ A}$$

Topp till toppspänning

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$\hat{\hat{u}} = \hat{u} \times 2$	$\hat{\hat{u}}$	Toppspänning	Volt	V

 Exempel uträkning topp till toppspänning

$$\begin{aligned}\widehat{\check{u}} \\ \widehat{\check{u}} &= 587 \times 2 \\ \widehat{\check{u}} &= 1174 \text{ V}\end{aligned}$$

Topp till toppvärde av ström

$$\widehat{\check{I}} = \widehat{I} \times 2$$

Exemple

$$\widehat{\check{I}} = \widehat{I} \times 2 \approx 28,3 \times 2 = 56 \text{ A}$$

Topp till toppvärd är således

$$\widehat{\check{I}} \approx 56 \text{ A}$$

Spänning

Y-Koppling

Linjespänning

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$U_L = U_f \times \sqrt{3}$	U_l	Spänning	Volt	V

Exempel uträkning fasspänning

$$\begin{aligned}U_L &= U_f \times \sqrt{3} \\U_L &= 230 \times \sqrt{3} \\U_L &= 400 \text{ V}\end{aligned}$$

Fasspänning

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$U_f = \frac{U_L}{\sqrt{3}}$	U_l	Spänning	Volt	V

Exempel uträkning fasspänning

$$\begin{aligned}U_f &= \frac{U_L}{\sqrt{3}} \\U_f &= \frac{400}{\sqrt{3}} \\U_f &= 230 \text{ V}\end{aligned}$$

D-koppling**Linjespänning****Fasspänning**

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$U_f =$ $U_L =$ $400V$	U_L	Spänning	Volt	V

Ström

Y-Koppling

Fasström

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$I_f = \frac{U_f}{R}$	I_f	Ström	Ampere	A

Exempel uträkning fasström

$$I_f = \frac{U_f}{R}$$
$$I_f \frac{400}{100}$$
$$I_f = 4 \text{ A}$$

Linjeström

$$I_L = I_f = \text{Faström}$$

D-koppling

Fasström

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$I_f = \frac{U_h}{R}$	I_f	Ström	Ampere	A

Exempel uträkning fasström

$$I_f = \frac{U_h}{R}$$
$$I_f \frac{400}{100}$$

 Exempel uträkning fasström

$$I_f = 4 \text{ A}$$

Linjeström

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$I_L = I_f \times \sqrt{3}$	I_L	Ström	Ampere	A
$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_h}$	I_L	Ström	Ampere	A

 Exempel uträkning linjeström (1)

$$I_L = I_f \times \sqrt{3}$$

$$I_L = 90 \times \sqrt{3}$$

$$I_L = 2,3 \text{ A}$$

 Exempel uträkning linjeström (2)

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_h}$$

$$I_L = \frac{6000}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$I_L = 8,7 \text{ A}$$

Effekt

Trefaskretsar

Det finns en formel för beräkning av effekt och strömmar i trefaskretsar som gäller både för Y- och D-koppling. I praktiken är vi oftast intresserade av strömmarna som går i ledarna till en belastning, det vi kallar huvudström. Men i en D-koppling är det fasströmmarna genom belastningen som ger effektutvecklingen. Därför kompletterar vi effektformeln med:

$$\sqrt{3}$$

som beskriver sambandet mellan huvudström och fasström. Formeln utgör även grunden för beräkningar av effekten i reaktiva belastningar och den kompletteras då med

$$\cos\phi$$

.

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$P_{trefas} = \sqrt{3} \times U \times I_f$	P	Aktiv effekt	Watt	W

Effekt i tre D-kopplade resistorer

$$P_{trefas} = \sqrt{3} \times U \times I_f$$

$$P_{trefas} = \sqrt{3} \times U \times I_f$$

$$P = 4800 \text{ W}$$

Reaktiva kretsar

Aktiv

Det är den aktivs effekt som vi kan omsätta till ljus, värme eller mekanisk rörelse. Aktiva effekten har enheten watt och betecknas med P i effektriangeln.

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$P = U \times I \times \cos\phi$	P	Aktiv effekt	Watt	W
$P_{trefas} = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi$	P	Aktiv effekt	Watt	W

 Exempel uträkning aktiv effekt

$$\begin{aligned}
 P &= U \times I \times \cos\phi \\
 P &= 230 \times 0,78 \times 0,78 \\
 P &= 1640 \text{ W}
 \end{aligned}$$

 Exempel uträkning aktiv effekt trefas

$$\begin{aligned}
 P_{trefas} &= \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi \\
 P_{trefas} &= \sqrt{3} \times ? \times ? \times ? \\
 P_{trefas} &= W
 \end{aligned}$$

Skenbar

Skenbar effekt är produkten av strömmens och spänningens effektvärden. Skenbar effekt har enheten voltampere (VA).

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$S = U \times I = \sqrt{P^2 + Q^2}$	S	Skenbar effekt	Voltampere	VA
$S_{trefas} = \sqrt{3} \times U \times I$	S	Skenbar effekt	Voltampere	VA

 Exempel uträkning skenbar effekt (1)

$$\begin{aligned}
 S &= U \times I \\
 S &= 230 \times 9,05 \\
 S &= 2081 \text{ W}
 \end{aligned}$$

 Exempel uträkning skenbar effekt (2)

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2000^2 + 1000^2}$$

$$S = 2,2 \text{ kVA}$$

 Exempel uträkning skenbar effekt trefas

$$S_{trefas} = \sqrt{3} \times U \times I$$

$$S_{trefas} = \sqrt{3} \times 230 \times 9,05$$

$$S_{trefas} = 2081 \text{ W}$$

Reaktiv

Den reaktiva effekten uppstår på grund av fasförskjutningen som det reaktiva motståndet åstadkommer. Den reaktiva effekten har enheten voltampere, VAr. Tilläget r står för reaktiv.

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$Q =$ $U \times I \times$ $\sin\phi =$ $\sqrt{S^2 - P^2}$	Q	Reaktiv effekt	Voltampere reakt	VAr

 Exempel uträkning reaktiv effekt (1)

$$Q = U \times I \times \sin\phi$$

$$Q = U \times I \times \sin\phi$$

$$Q = VAr$$

 Exempel uträkning reaktiv effekt (2)

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = \sqrt{1000^2 - 607^2}$$

$$Q = 795 \text{ VAr}$$

Växelsrömsmotstånd

Impedans

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$Z = \frac{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}{1}$	Z	Impedans	Ohm	Ω
$R = \frac{U}{I}$	R	Resistans	Ohm	Ω
$X_L = 2\pi fL$	X_L	Induktiv reaktans	Ohm	Ω
$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$	X_C	Kapacitiv reaktans	Ohm	Ω

Exempel uträkning impedans Z

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \\
 Z &= \sqrt{20^2 + (15, 7)^2} \\
 Z &= 25,4 \, \Omega
 \end{aligned}$$

Kondensatorer

Kondensatorns förmåga att lagra elektrisk laddning kallas kapacitans, och betecknas C. Enheten för kapacitans är farad som betecknas F.

Prefixer	Förkortning	Tiopotens
1 <i>mikrofarad</i>	μF	10^{-6}
1 <i>nanofarad</i>	nF	10^{-9}
1 <i>picofarad</i>	pF	10^{-12}

Kapacitans

Kapacitans beskriver hur mycket energi kondensatorn kan innehålla vid en viss spänning.

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$C = \frac{1}{(2\pi f X_C)}$	C	Kapacitans	Farad	$F^{As/V}$
$f = \frac{1}{T}$	f	Hertz	Hz	
$2 \times \pi = 3.14$	Pi	Omkrets	Radies	π

Exempel uträkning kapacitans

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{\frac{X_L}{1000}}{(2 \times 3.14 \times 1.0 \times 10^3 \sqrt{3})}$$

$$L = 0.16 \text{ H}$$

Kapacitiv reaktans

Växelströmsmotståndet i kondensatorn minskar när frekvensen ökar. Då kommer ekvationen att minska när frekvensen ökar.

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$	X_C	kapacitiv reaktans	Ohm	Ω
$f = \frac{1}{T}$	f	Hertz	Hz	
$2 \times \pi = 3.14$	Pi	Omkrets	Radies	π

Exempel uträkning kapacitiv reaktans

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times 50 \times 0.0002}$$

$$X_C = 15,91 \Omega$$

Seriekopplade

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$C_{tot} =$ $C_1 + C_2 \dots$	C	Kapacitans	Farad	$F^{As/V}$

Exempel uträkning kapacitiv reaktans

$$\begin{aligned}
 C_{tot} &= C_1 + C_2 \\
 C_{tot} &= 12_1 + 12_2 \\
 C_{tot} &= 24 \mu F
 \end{aligned}$$

Parallellkopplade

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$\frac{1}{C_{tot}} =$ $\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} +$ $\frac{1}{C_3} \dots$	C	Kapacitans	Farad	$F^{As/V}$

Exempel uträkning kapacitiv reaktans

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{C_{tot}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \dots \\
 \frac{1}{C_{tot}} &= \frac{1}{1,8_1} + \frac{1}{16_2} + \frac{1}{32_3} \\
 C_{tot} &= 4.5 nF
 \end{aligned}$$

Spolar

Spolens egenskaper kallas induktans, betecknas i formler L och mäts i enheten Henry (H).

Prefixer	Enhet	Förkortning
1 millihenry	mH	10^{-3}
1 mikrohenry	μH	10^{-6}

Induktans

Induktansen beror på hur många varv spolen har, diametern, avståndet mellan ledarna och om spolen är försedd med järnkärna. Flera lindningsvarv och större diameter ger spolen större induktans.

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$L = \frac{X_L}{2\pi f}$	L	Induktans	Henry	$H^{Vs/A}$
$f = \frac{1}{T}$	f	Frekvens	Hertz	Hz
$2 \times \pi =$ 3.14	Pi	?	?	π

$$L = \frac{X_L}{2 \times \pi f}$$

$$L = \frac{1000}{(2 \times 3.14 \times 1.0 \times 10^3 \sqrt{3})}$$

$$L = 0.16 \text{ H}$$

Induktiv reaktans

Växelströmsmotståndet är frekvensberoende och motståndet ökar när frekvensen ökar.

Samband	Beteckning	Storhet	Enhet	Förkortning
$X_L =$ $2\pi f L$	X_L	Induktiv reaktans	Ohm	Ω
$f = \frac{1}{T}$	f	Frekvens	Hertz	Hz
$2 \times \pi =$ 3.14	Pi	?	?	π

$$X_L = 2\pi f L$$

$$X_L = 2 \times \pi \text{ } 50 \text{ Hz} \times 0,05 \text{ H}$$

$$X_L = 15,7 \text{ } \Omega$$