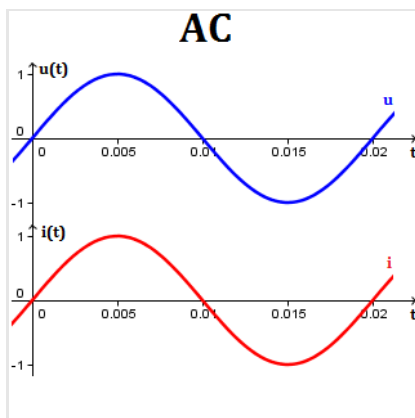


# AC

## VEKSELSPENDINGENS

## VÆRDIER

- Frekvens
- Middelværdi & peak værdi (max)
- Effektiv værdi (RMS)
  
- Mere om effektiv værdi!



KELD DÝRMOSE



**AAMS**

Aarhus Maskinmesterskole  
Aarhus School of Marine and Technical Engineering

# AC Vekselspændingens værdier

## Frekvens:

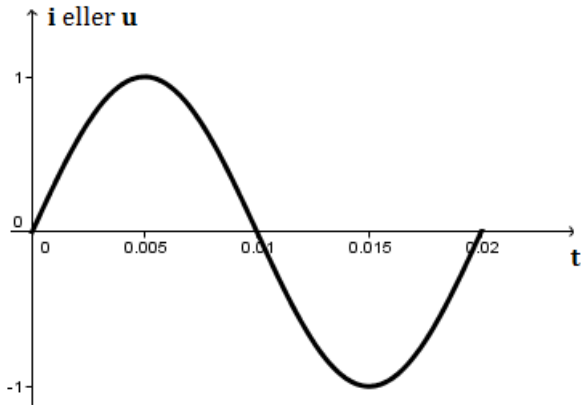
Frekvensen ( $f$ ) af et system er antallet af svingninger eller rotationer pr. sekund:

# AC Vekselspændingens værdier

Frekvens:

Frekvensen ( $f$ ) af et system er antallet af svingninger eller rotationer pr. sekund:

$$f \quad \left[ \frac{1}{s} \right] = [s^{-1}] = [Hz]$$



# AC Vekselspændingens værdier

## Frekvens:

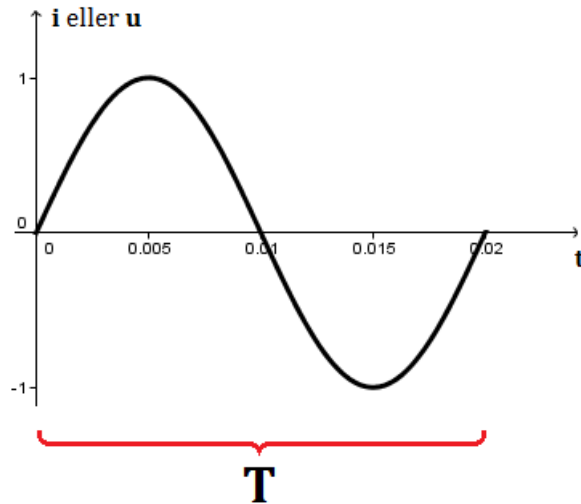
Frekvensen ( $f$ ) af et system er antallet af svingninger eller rotationer pr. sekund:

$$f \left[ \frac{1}{s} \right] = [s^{-1}] = [Hz]$$

## Frekvensen kan bestemmes som:

- $1 / \text{periodetiden } (T)$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02 \text{ s}} = 50 \text{ Hz}$$



# AC Vekselspændingens værdier

## Frekvens:

Frekvensen ( $f$ ) af et system er antallet af svingninger eller rotationer pr. sekund:

$$f \left[ \frac{1}{s} \right] = [s^{-1}] = [Hz]$$

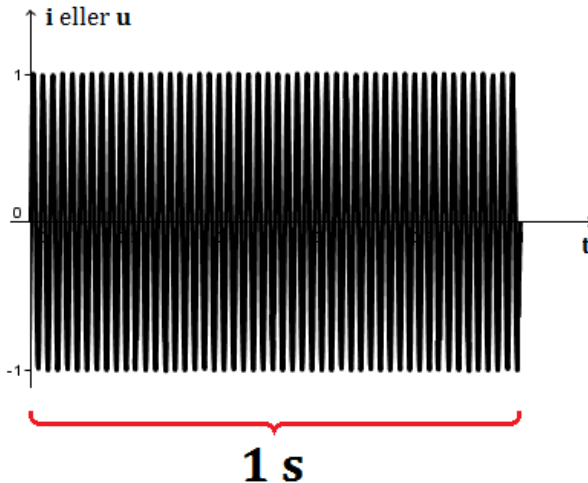
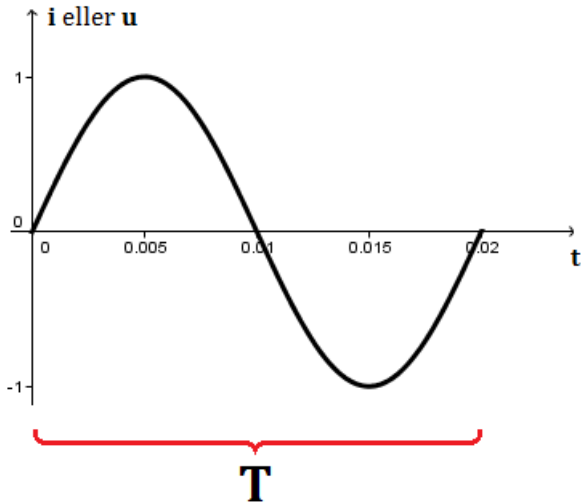
Frekvensen kan bestemmes som enten:

- $1 / \text{periodetiden } (T)$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02 \text{ s}} = 50 \text{ Hz}$$

- eller antal rotationer /sekund

$$f = \frac{n}{t} = \frac{50}{1 \text{ s}} = 50 \text{ Hz}$$



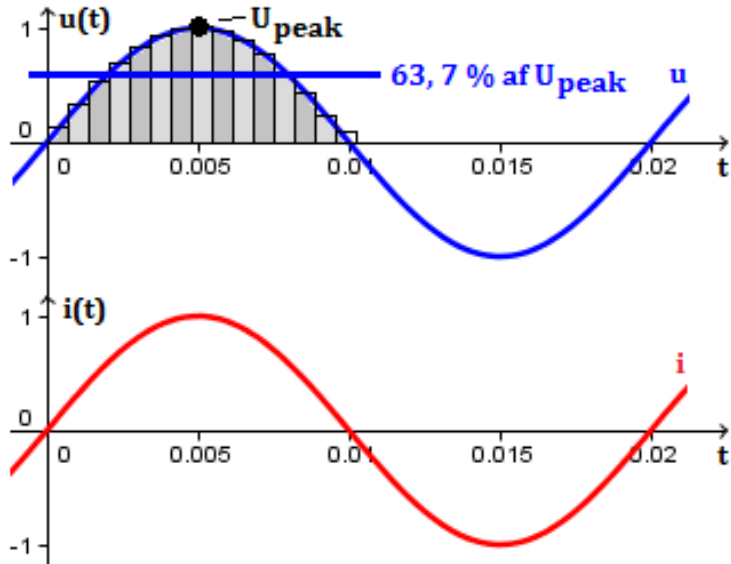
# AC Vekselspændingens værdier

## Middelværdi & peakværdi:

Uanset om der tales om strøm eller spænding, så er middelværdien den gennemsnitlige værdi af arealer i en halvperiode  
(for hel periode bliver middelværdien jo 0!)

# AC Vekselspændingens værdier

## Middelværdi & peakværdi:



Uanset om der tales om strøm eller spænding, så er middelværdien den gennemsnitlige værdi af arealer i en halvperiode  
(for hel periode bliver middelværdien jo 0!)

# AC Vekselspændingens værdier

## Middelværdi & peakværdi:

Uanset om der tales om strøm eller spænding, så er middelværdien den gennemsnitlige værdi af arealer i en halvperiode  
(for hel periode bliver middelværdien jo 0!)

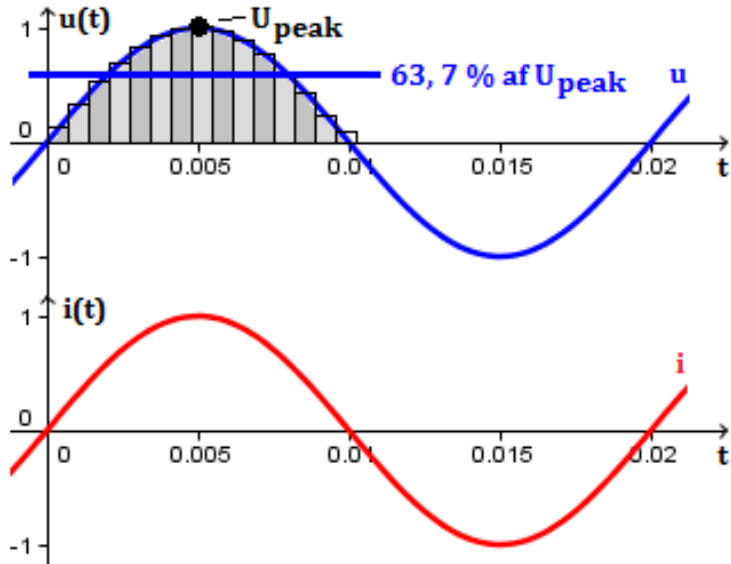
## Matematisk (forkortet):

$$U_{mid} = \frac{U_{peak}}{\pi} \int_0^{T/2} \sin(\alpha) d\alpha \quad \Leftrightarrow$$

$$U_{mid} = \frac{U_{peak}}{\pi} [-\cos(\alpha)]_0^{T/2} \quad \Leftrightarrow$$

$$U_{mid} = \frac{U_{peak}}{\pi} \cdot 2 \quad \Leftrightarrow$$

$$U_{mid} = U_{peak} \cdot 0,637$$





# AC Vekselspændingens værdier

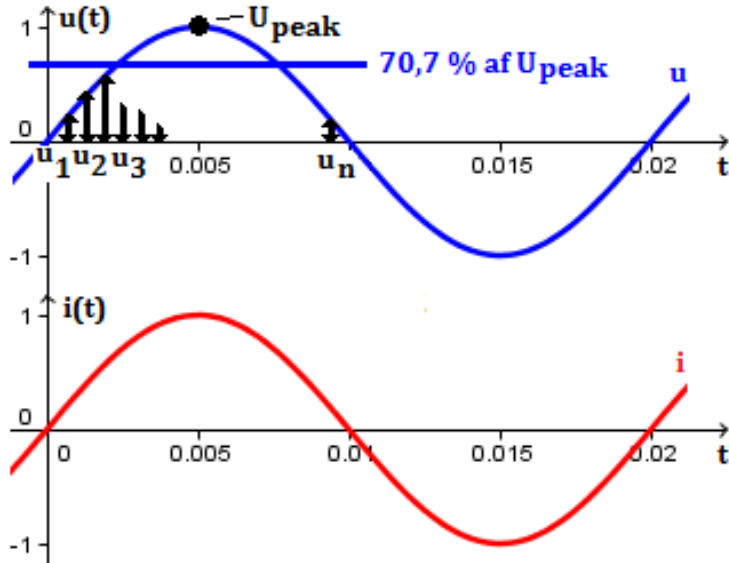
## Effektiv værdi (RMS):

Den matematiske sammenhæng er igen helt ens uanset om der tales om strøm eller spænding, men det er nemmest at forklare effektivværdien med en strømbetragtning, da størrelsen af en AC strøms effektiv værdi, er:

**den AC strømstyrke som vil afsætte samme effekt i en belastning, som en DC strøm ville.**

# AC Vekselspændingens værdier

## Effektiv værdi (RMS):



Den matematiske sammenhæng er igen helt ens uanset om der tales om strøm eller spænding, men det er nemmest at forklare effektivværdien med en strømbetragtning, da størrelsen af en AC strøms effektiv værdi, er:

**den AC strømstyrke som vil afsætte samme effekt i en belastning, som en DC strøm ville.**

En AC strøm med en peakværdi på 10 A vil altså afsætte samme effekt i en resistans, som en DC strøm på 7,07 A

# AC Vekselspændingens værdier

## Effektiv værdi (RMS):

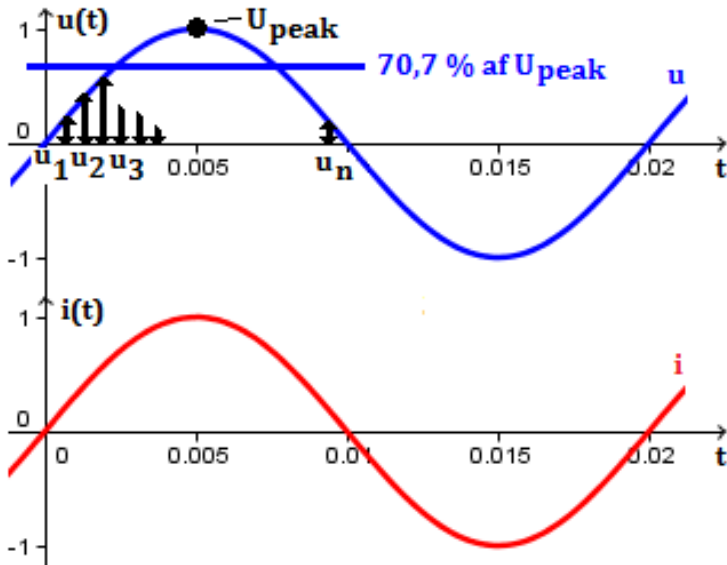
Den matematiske sammenhæng er igen helt ens uanset om der tales om strøm eller spænding, men det er nemmest at forklare effektivværdien med en strømbetragtning, da størrelsen af en AC strøms effektiv værdi, er:

**den AC strømstyrke som vil afsætte samme effekt i en belastning, som en DC strøm ville.**

**Matematisk (den simple betragtning):**

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 \dots u_n^2}{n}} \Leftrightarrow$$

$$U_{eff} = \frac{U_{peak}}{\sqrt{2}}$$



**RMS betyder:**

**Root Mean Square**

# Mere om effektivværdi

Udledningen:

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 \dots u_n^2}{n}}$$

Man kan måske sige at ovenstående er en simpel måde at betragte sammenhængen matematisk, og den synes at antyde at der må indgå integralregning i beregningen af effektivværdien. En sinuskurve kan matematisk beskrives ved følgende funktion:

$$u(t) = U_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$u(t) = U_{max} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$$

Da frekvensen er lig med  $1/T$ , kan ligningen også skrives som:

$$u(t) = U_{max} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t\right)$$

eller den kan beskrives ved en cosinusfunktion:

$$u(t) = U_{max} \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t\right)$$

# Mere om effektivværdi

## Udledningen:

Effektivværdien af spændingen (RMS) kan nu beregnes af:

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T U_{peak}^2 \cos^2(\omega t) dt}$$

når der integreres igennem til periodetiden T (0 – 360 °), får man følgende udtryk:

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{U_{peak}^2}{2T} \cdot \left[ t + \frac{1}{2\omega} \sin(2\omega t) \right]_0^T}$$

som man jo kan løse med som den er med almindelig matematik:

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{U_{peak}^2}{2T} \cdot \left( \left[ T + \frac{1}{2\omega} \sin(2\omega T) \right]^T - \left[ 0 + \frac{1}{2\omega} \sin(2\omega 0) \right]^0 \right)}$$

eller nemmere; reducere udtrykket, ved division med  $2\pi/T$  til:

$$U_{RMS} = U_{eff} = U_{peak} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

# Mere om effektivværdi

## **Eksempel** på anvendelse af spændingsfunktion:

Ved en 50 Hz netspænding på 400 V, ville man således eksempelvis få følgende øjebliksværdi efter 3 ms:

$$u(t) = U_{max} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) \quad \Rightarrow$$

$$u(0,003) = 326,6 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,003) \quad \Leftrightarrow$$

$$u(0,003) = 326,6 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 0,15) \quad \Leftrightarrow$$

$$\mathbf{u(0,003) = 326,6 \cdot \sin(0,9425) = 264,2 V}$$

(husk lommeregner i radianer!)

Uddybende forklaring. En drejet omgang er  $2\pi$  radianer, og efter 3 ms har sinuskurven altså drejet en vinkel på 15 % af en omgang på  $2\pi$ , hvilket er de 0,9425 radianer (se tegning næste side hvor eksempel er illustreret)

# Mere om effektivværdi

**Eksempel** på anvendelse af spændingsfunktion:

