

FMTS mätteknik HT2025

Dag 3

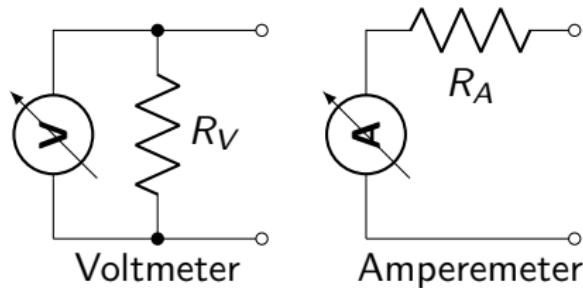
Struan Gray
Pererik Andreasson
Emil Nilsson

November 17, 2025

1. Ensam mätning inget värt.
2. Okalibrerat mätinstrument
inget värt.
3. Elektriska mätningar
påverkar mätobjektet →
behöver *tolkas*.

Modell (för räkning och förståelse) av instrument

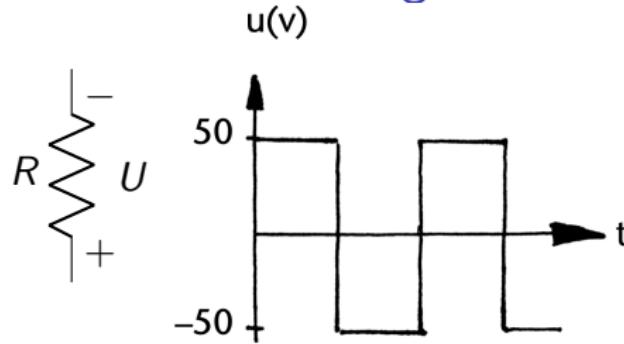
Inre resistans i instrument!



Växelströmsmätning – effektivvärde

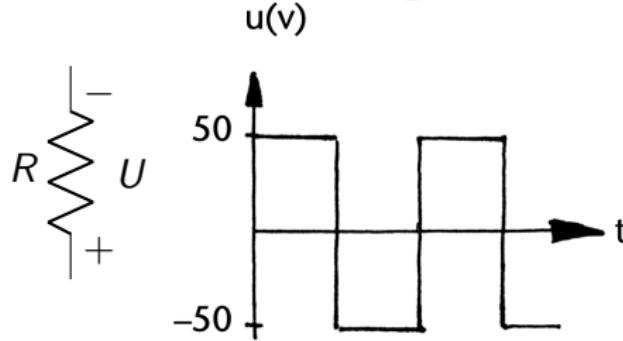


Växelströmsmätning – effektivvärde



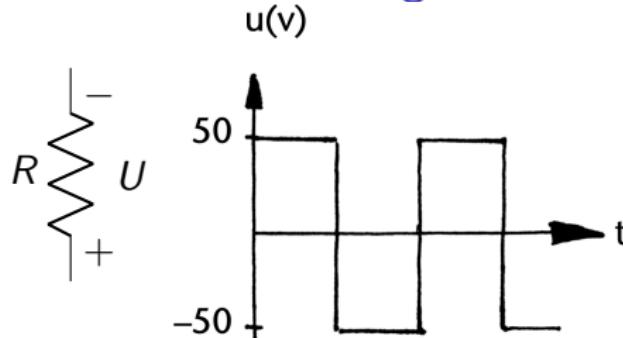
- ▶ Fyrkant: amplitud $\hat{u} = 50\text{ V}$ Effektutveckling?

Växelströmsmätning – effektivvärde



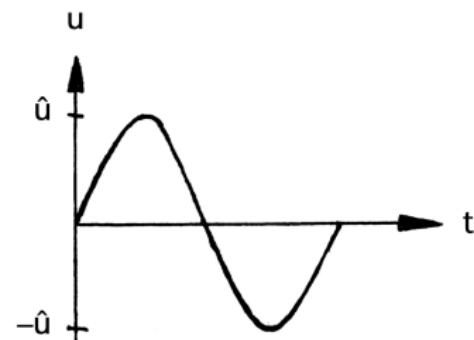
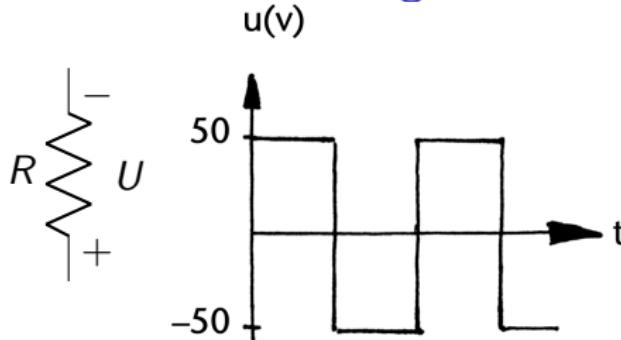
- ▶ Fyrkant: *amplitud* $\hat{u} = 50 \text{ V}$ Effektutveckling?
- ▶ Samma som likspänning:

Växelströmsmätning – effektivvärde



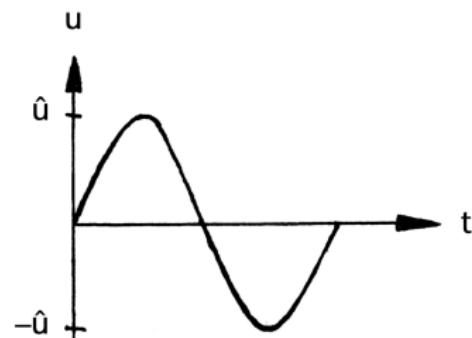
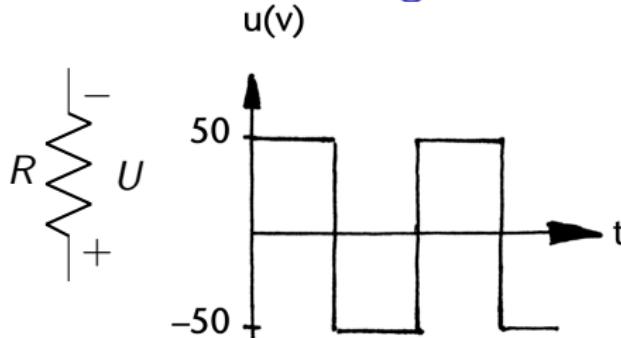
- ▶ Fyrkant: *amplitud* $\hat{u} = 50\text{ V}$ Effektutveckling?
- ▶ Samma som likspänning: Spänningens *effektivvärde* är $u_{\text{eff}} = \hat{u} = 50\text{ V}$

Växelströmsmätning – effektivvärde



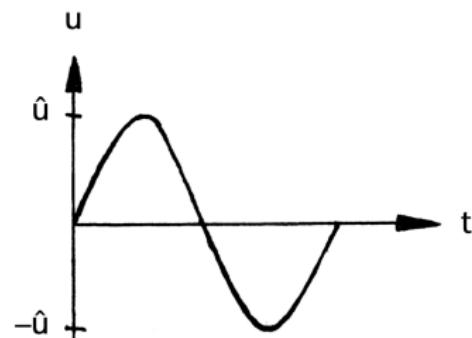
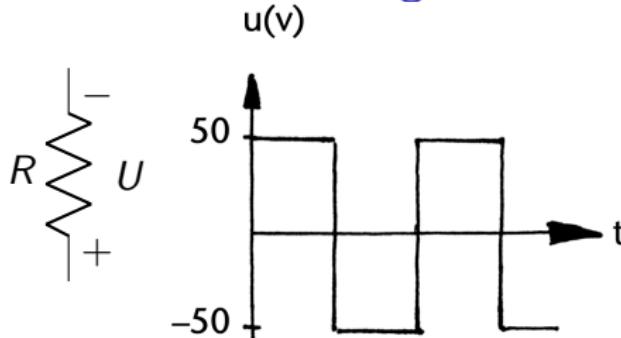
- ▶ Fyrkant: amplitud $\hat{u} = 50$ V Effektutveckling?
- ▶ Samma som likspänning: Spänningens effektivvärde är $u_{\text{eff}} = \hat{u} = 50$ V
- ▶ Sinus: $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$

Växelströmsmätning – effektivvärde



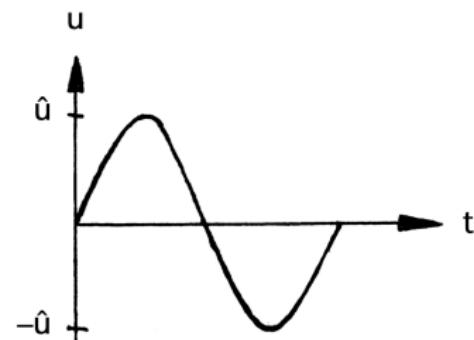
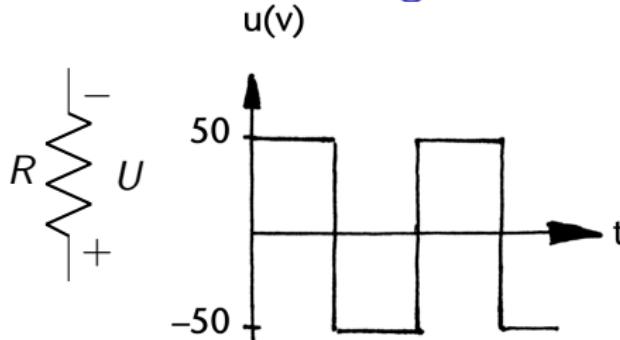
- ▶ Fyrkant: amplitud $\hat{u} = 50$ V Effektutveckling?
- ▶ Samma som likspänning: Spänningens effektivvärde är $u_{\text{eff}} = \hat{u} = 50$ V
- ▶ Sinus: $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ Vilken DC-spänning ger samma effektutveckling i R ?

Växelströmsmätning – effektivvärde



- ▶ Fyrkant: amplitud $\hat{u} = 50$ V Effektutveckling?
- ▶ Samma som likspänning: Spänningens effektivvärde är $u_{\text{eff}} = \hat{u} = 50$ V
- ▶ Sinus: $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ Vilken DC-spänning ger samma effektutveckling i R ?
- ▶ $P = UI = \frac{U^2}{R} \Rightarrow p(t) = \frac{\hat{u}^2 \sin^2 \omega t}{R}$

Växelströmsmätning – effektivvärde

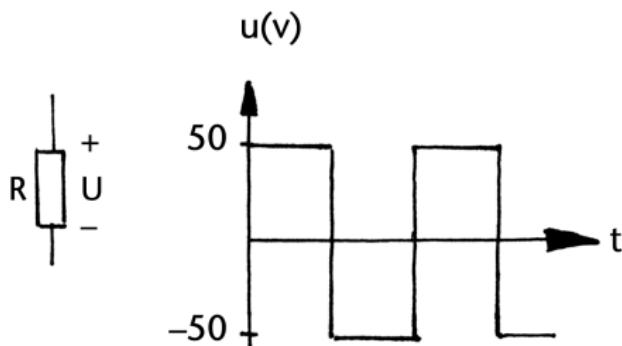


- ▶ Fyrkant: amplitud $\hat{u} = 50 \text{ V}$ Effektutveckling?
- ▶ Samma som likspänning: Spänningens effektivvärde är $u_{\text{eff}} = \hat{u} = 50 \text{ V}$
- ▶ Sinus: $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ Vilken DC-spänning ger samma effektutveckling i R ?
- ▶ $P = UI = \frac{U^2}{R} \Rightarrow p(t) = \frac{\hat{u}^2 \sin^2 \omega t}{R}$

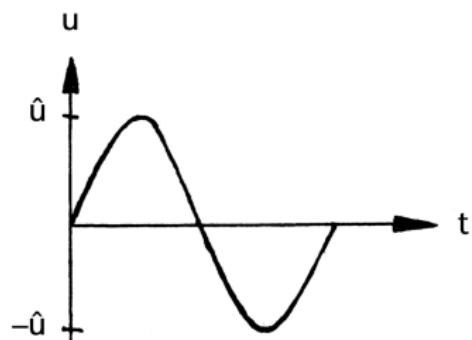
In[4]:= **Integrate[Sin[2 * π * x] ^ 2, x]**

Out[4]=
$$\frac{x}{2} - \frac{\sin[4 \pi x]}{8 \pi}$$

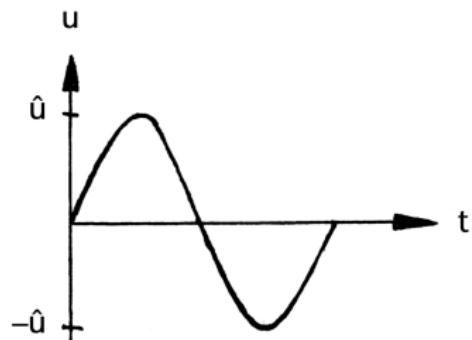
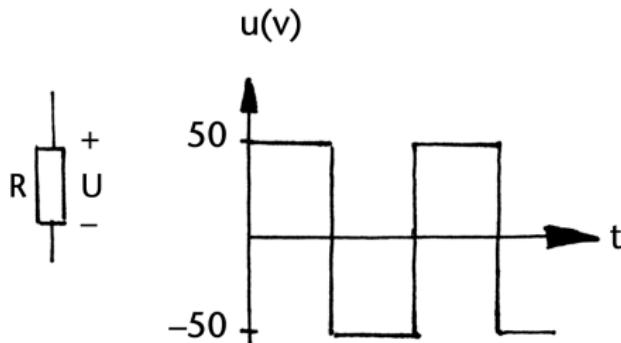
Växelströmsmätning – effektivvärde



Den effektiva spänningen U fås från:



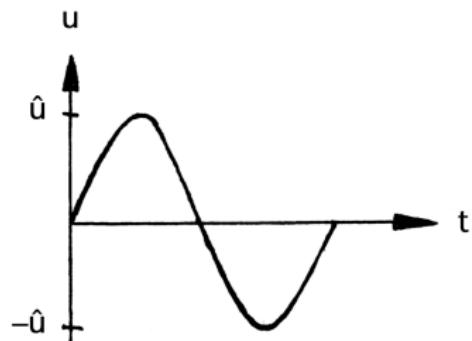
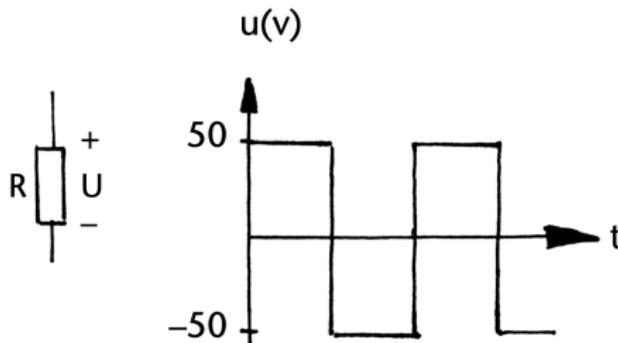
Växelströmsmätning – effektivvärde



Den effektiva spänningen U fås från:

$$\tilde{p}(t) =$$

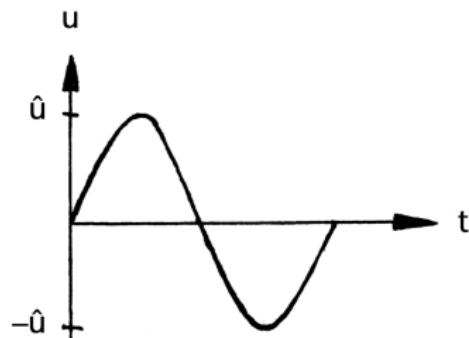
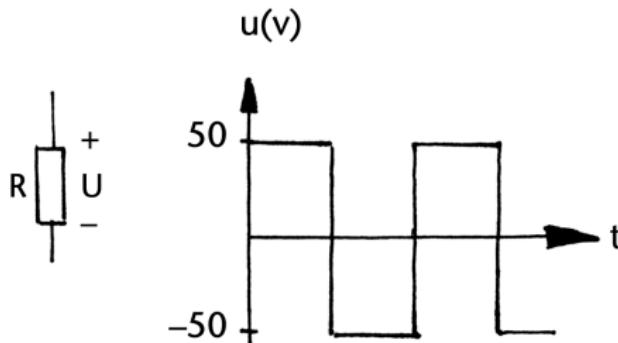
Växelströmsmätning – effektivvärde



Den *effektiva* spänningen U fås från:

$$\tilde{p}(t) = \frac{\hat{u}^2}{2R} = \frac{u_{\text{eff}}^2}{R}$$

Växelströmsmätning – effektivvärde

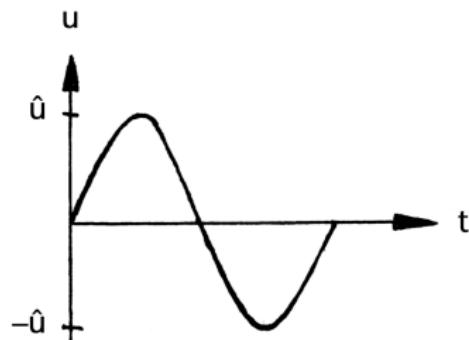
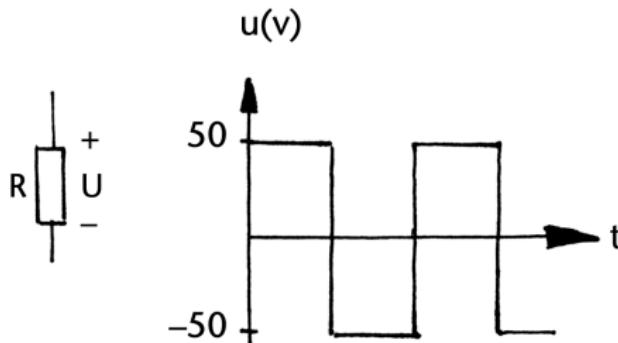


Den effektiva spänningen U fås från:

$$\tilde{p}(t) = \frac{\hat{u}^2}{2R} = \frac{u_{\text{eff}}^2}{R}$$

Vilket ger:

Växelströmsmätning – effektivvärde

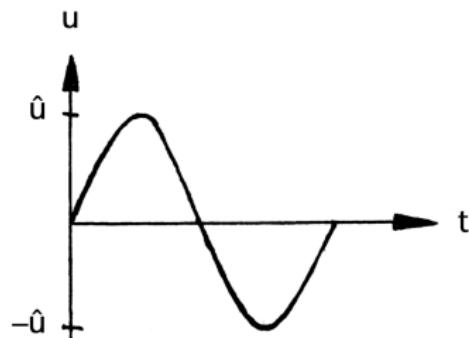
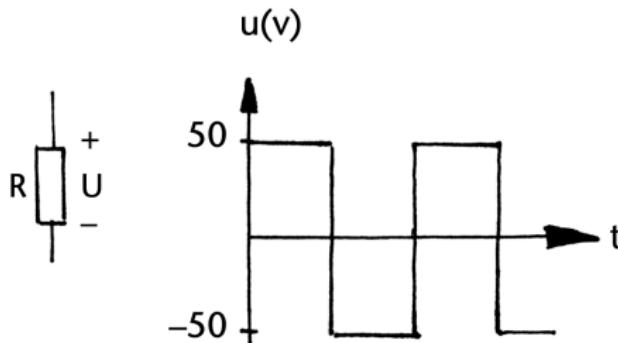


Den effektiva spänningen U fås från:

$$\tilde{p}(t) = \frac{\hat{u}^2}{2R} = \frac{u_{\text{eff}}^2}{R} \quad \text{Vilket ger:}$$

$$u_{\text{eff}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

Växelströmsmätning – effektivvärde



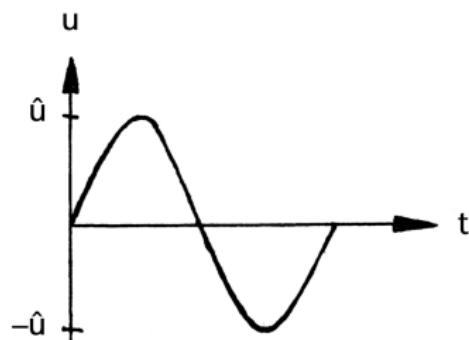
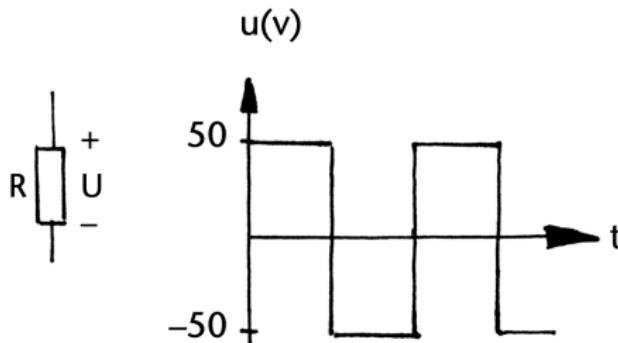
Den *effektiva* spänningen U fås från:

$$\tilde{p}(t) = \frac{\hat{u}^2}{2R} = \frac{u_{\text{eff}}^2}{R} \quad \text{Vilket ger:}$$

$$u_{\text{eff}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

för **sinus**-signaler.

Växelströmsmätning – effektivvärde



Den *effektiva* spänningen U fås från:

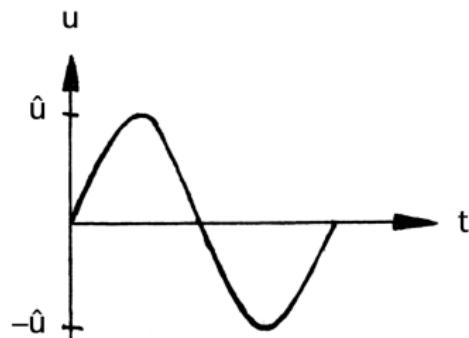
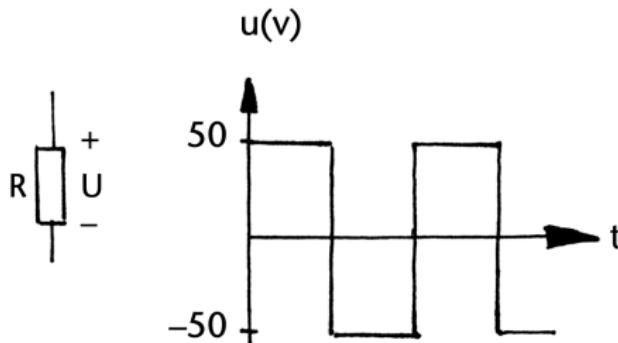
$$\tilde{p}(t) = \frac{\hat{u}^2}{2R} = \frac{u_{\text{eff}}^2}{R} \quad \text{Vilket ger:}$$

$$u_{\text{eff}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

för **sinus**-signaler.

$$u_{\text{eff}} = u_{\text{RMS}} =$$

Växelströmsmätning – effektivvärde



Den *effektiva* spänningen U fås från:

$$\tilde{p}(t) = \frac{\hat{u}^2}{2R} = \frac{u_{\text{eff}}^2}{R} \quad \text{Vilket ger:}$$

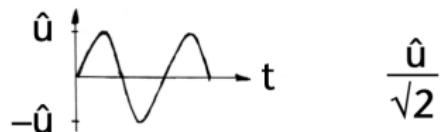
$$u_{\text{eff}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

för **sinus**-signaler.

$u_{\text{eff}} = u_{\text{RMS}} = \text{Root Mean Square}$

RMS-värden – exempel

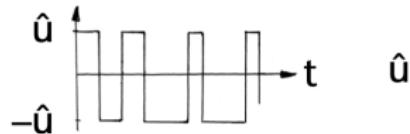
$$U = u_{\text{eff}}$$



$$\frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$



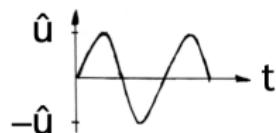
$$\frac{\hat{u}}{\sqrt{3}}$$



$$\hat{u}$$

RMS-värden – exempel

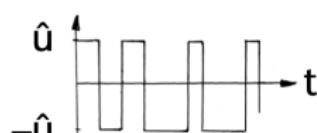
$$U = u_{\text{eff}}$$



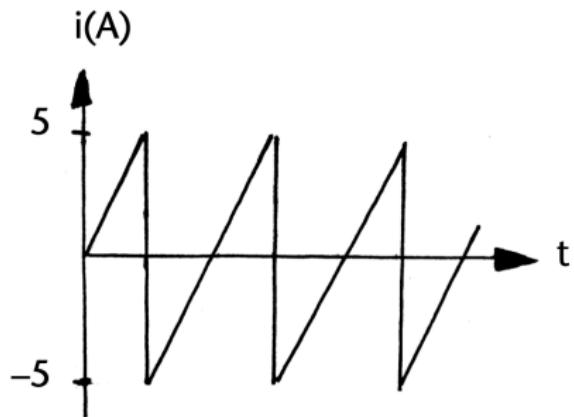
$$\frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$



$$\frac{\hat{u}}{\sqrt{3}}$$

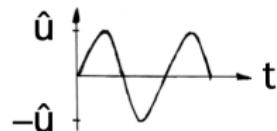


$$\hat{u}$$



RMS-värden – exempel

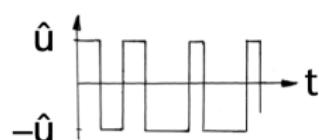
$$U = u_{\text{eff}}$$



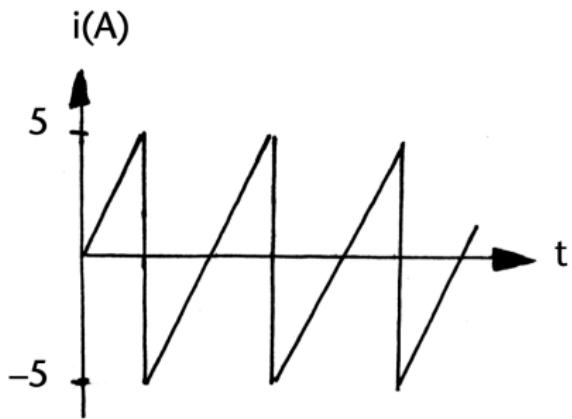
$$\frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$



$$\frac{\hat{u}}{\sqrt{3}}$$



$$\hat{u}$$



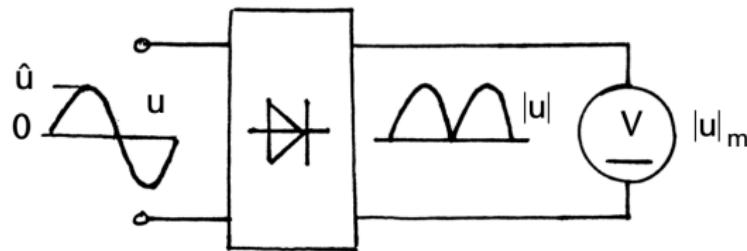
Vilken effekt utvecklas av strömmen till höger i ett 10Ω -motstånd?

Multimetrar

RMS-värden visas av multimetrar vid AC-mätning – men hur fås dessa?

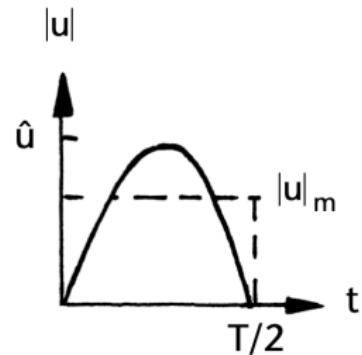
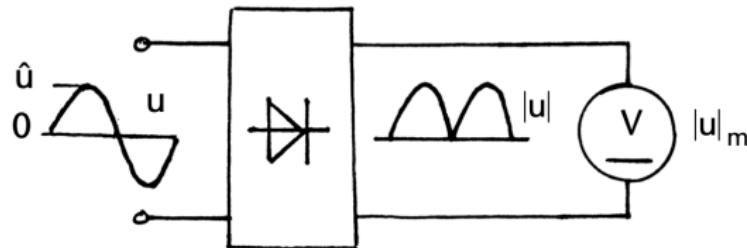
Multimetrar

RMS-värden visas av multimetrar vid AC-mätning – men hur fås dessa?



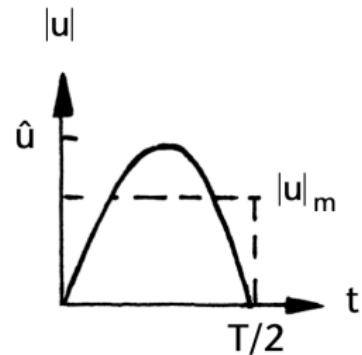
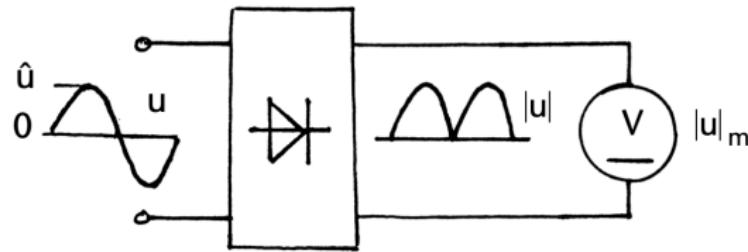
Multimetrar

RMS-värden visas av multimetrar vid AC-mätning – men hur fås dessa?



Multimetrar

RMS-värden visas av multimetrar vid AC-mätning – men hur fås dessa?

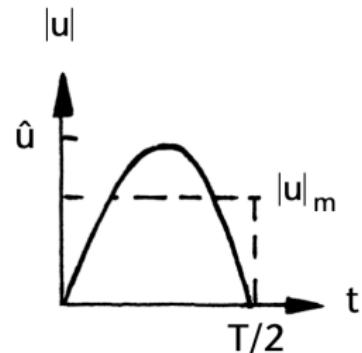
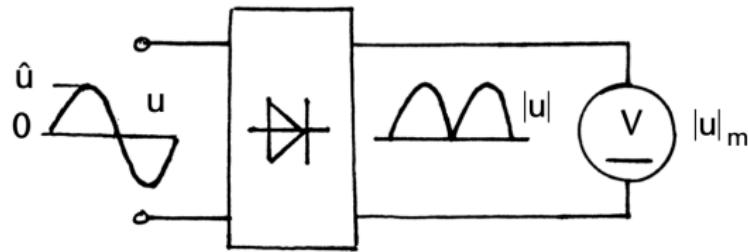


$$\text{In[4]:= } \int_0^1 \text{Abs}[\text{Sin}[2 * \pi * t]] dt$$

$$\text{Out[4]= } \frac{2}{\pi}$$

Multimetrar

RMS-värden visas av multimetrar vid AC-mätning – men hur fås dessa?



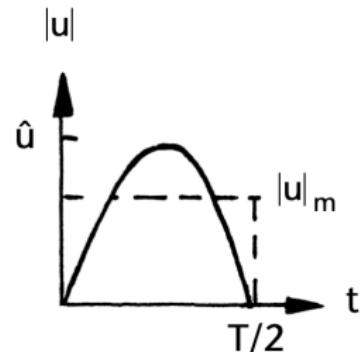
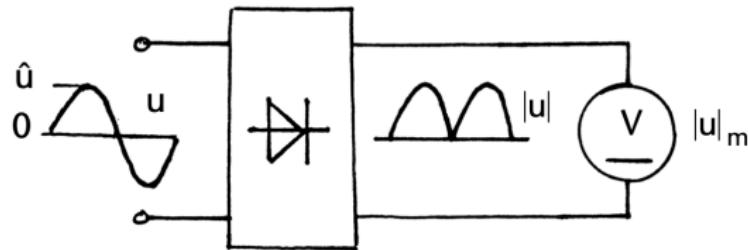
$$\text{In[4]:= } \int_0^1 \text{Abs}[\text{Sin}[2 * \pi * t]] dt$$

$$\text{D.v.s., } |u|_m = \frac{2}{\pi} \hat{u}$$

$$\text{Out[4]:= } \frac{2}{\pi}$$

Multimetrar

RMS-värden visas av multimetrar vid AC-mätning – men hur fås dessa?



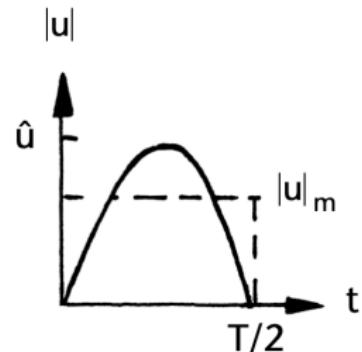
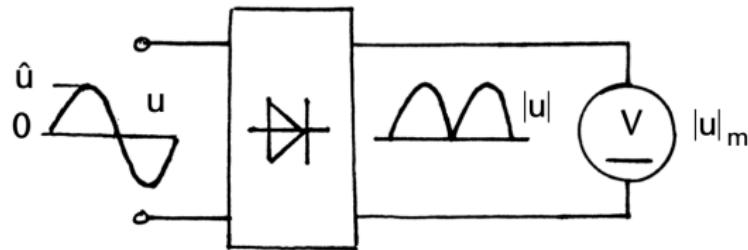
$$\text{In[4]:= } \int_0^1 \text{Abs}[\text{Sin}[2 * \pi * t]] dt$$

D.v.s., $|u|m = \frac{2}{\pi} \hat{u}$ Effektivvärdet är 1.11 ggr större, dvs $u_{\text{RMS}} = 1.11 \cdot |u|m$

$$\text{Out[4]:= } \frac{2}{\pi}$$

Multimetrar

RMS-värden visas av multimetrar vid AC-mätning – men hur fås dessa?



$$\text{In[4]:= } \int_0^1 \text{Abs}[\text{Sin}[2 * \pi * t]] dt$$

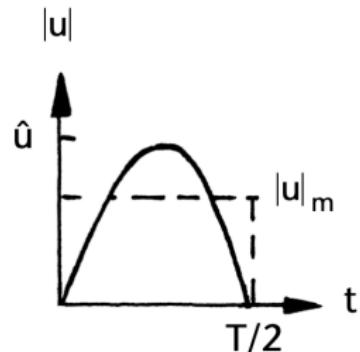
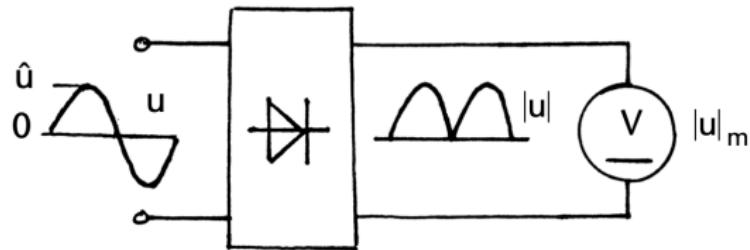
D.v.s., $|u|m = \frac{2}{\pi} \hat{u}$ Effektivvärdet är 1.11 ggr
större, dvs $u_{\text{RMS}} = 1.11 \cdot |u|m$

$$\text{Out[4]= } \frac{2}{\pi}$$

RMS-mutlimetrar visar rätt för **sinus**-signaler med medelvärdet noll
⇒ annars fel!

Multimetrar

RMS-värden visas av multimetrar vid AC-mätning – men hur fås dessa?



$$\text{In[4]:= } \int_0^1 \text{Abs}[\text{Sin}[2 * \pi * t]] dt$$

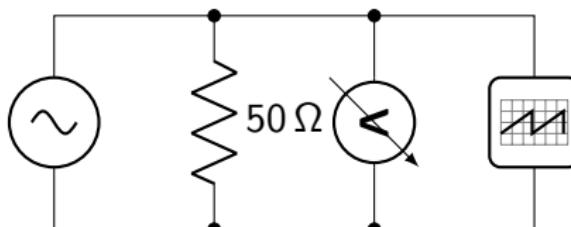
D.v.s., $|u|m = \frac{2}{\pi} \hat{u}$ Effektivvärdet är 1.11 ggr
större, dvs $u_{\text{RMS}} = 1.11 \cdot |u|m$

$$\text{Out[4]= } \frac{2}{\pi}$$

RMS-mutlimetrar visar rätt för **sinus**-signaler med medelvärdet noll
⇒ annars fel!

True RMS-mutlimetrar mer avancerade, rätt oberoende av
vågform. (Håll koll!)

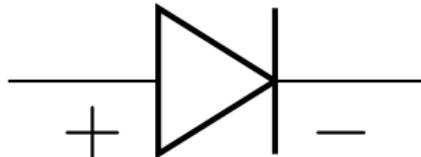
RMS vs. True RMS



Koppla upp

Se till så ni har rätt spänning på motståndet. Håll konstant amplitud (2 V och 50 Hz). Växla mellan Ture RMS och inte true RMS. Mät AC-spänning. Mät VRMS med oscilloskopet. Kan ni hitta faktorn 1.11?

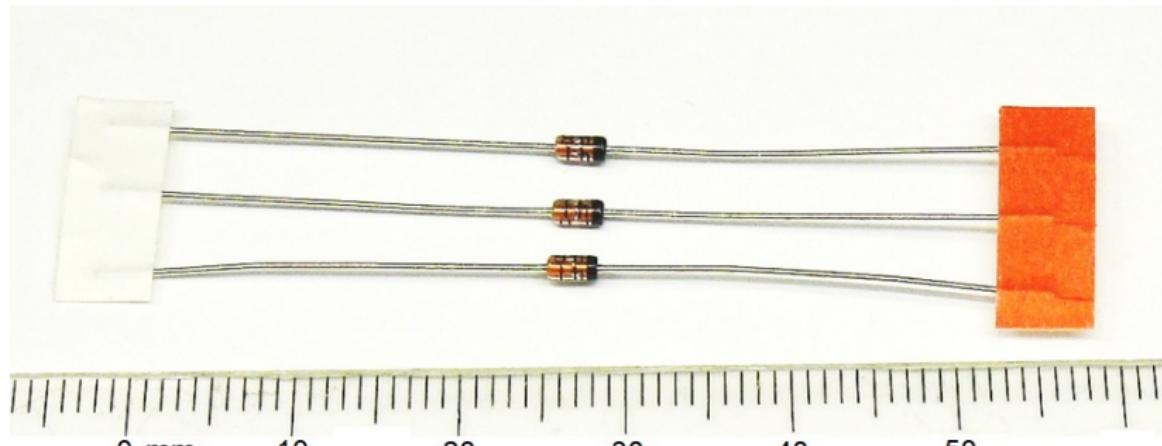
Nu lite elektronik!

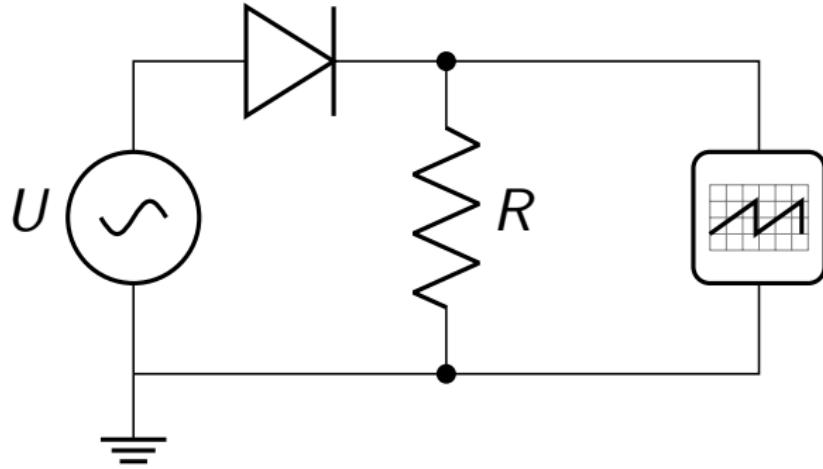


$$U_D$$

Dioden leder bara ström åt ett håll!

Ofta $U_D = 0.7 \text{ V}$





Hur ser spänningen över motståndet ut?