

FMTS mätteknik HT2025

Dag 3

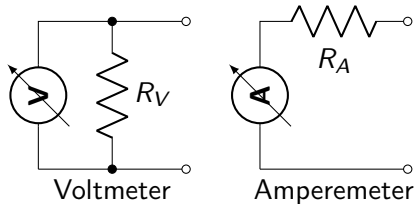
Struan Gray
Pererik Andreasson
Emil Nilsson

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

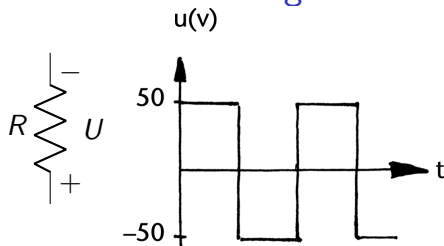
Inre resistans i instrument!



Växelströmsmätning – effektivvärde

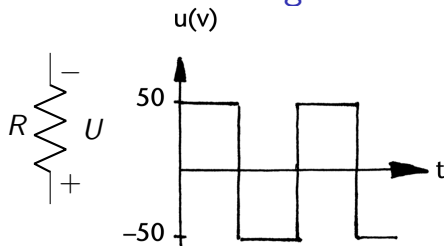


Växelspänning – effektivvärde



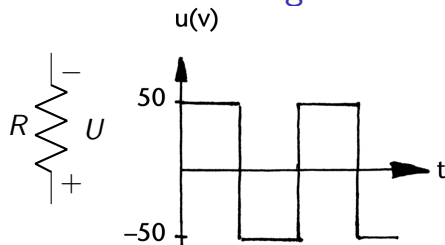
- Fyrkant: *amplitud* $\hat{u} = 50 \text{ V}$ Effektutveckling?

Växelspänningsmätning – effektivvärde



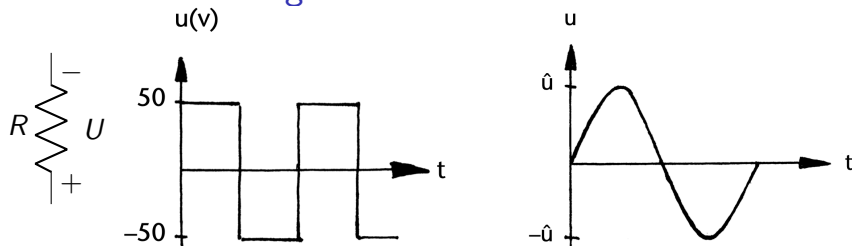
- ▶ Fyrkant: *amplitud* $\hat{u} = 50 \text{ V}$ Effektutveckling?
- ▶ Samma som likspänning:

Växelspänningsmätning – effektivvärde



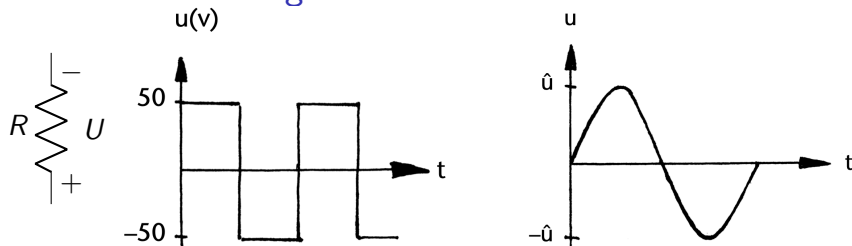
- Fyrkant: *amplitud* $\hat{u} = 50 \text{ V}$ Effektutveckling?
- Samma som likspänning: Spänningens *effektivvärde* är $u_{\text{eff}} = \hat{u} = 50 \text{ V}$

Växelspänningsmätning – effektivvärde



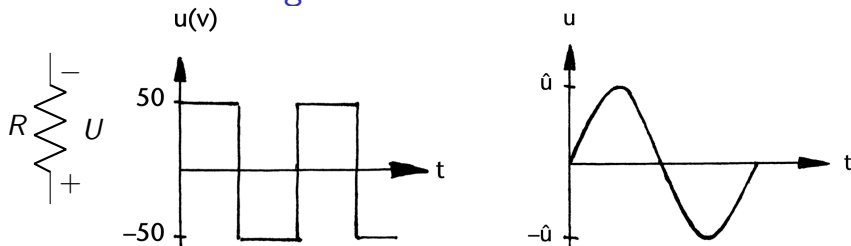
- ▶ Fyrkant: *amplitud* $\hat{u} = 50 \text{ V}$ Effektutveckling?
- ▶ Samma som likspänning: Spänningens *effektivvärde* är $u_{\text{eff}} = \hat{u} = 50 \text{ V}$
- ▶ Sinus: $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$

Växelspänningsmätning – effektivvärde



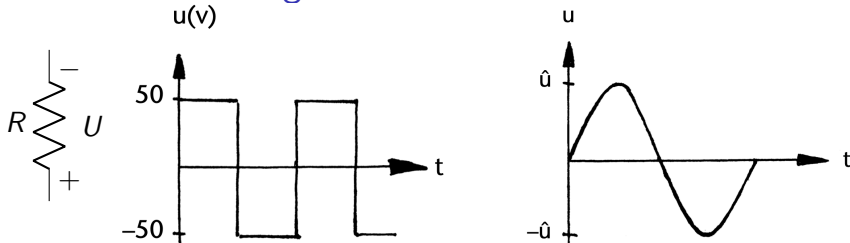
- Fyrkant: *amplitud* $\hat{u} = 50\text{ V}$ Effektutveckling?
- Samma som likspänning: Spänningens *effektivvärde* är $u_{\text{eff}} = \hat{u} = 50\text{ V}$
- Sinus: $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ Vilken DC-spänning ger samma effektutveckling i R ?

Växelspänningsmätning – 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 ?
- $P = UI = \frac{U^2}{R} \Rightarrow p(t) = \frac{\hat{u}^2 \sin^2 \omega t}{R}$

Växelströmsmätning – effektivvärde

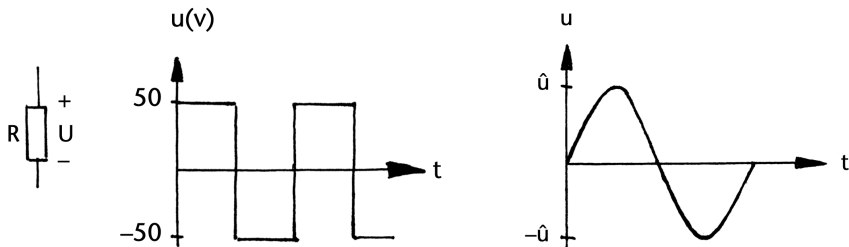


- Fyrkant: *amplitud* $\hat{u} = 50 \text{ V}$ Effektutveckling?
- Samma som likspänning: Spänningens *effektivvärde* är $u_{\text{eff}} = \hat{u} = 50 \text{ V}$
- Sinus: $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ Vilken DC-spänning ger samma effektutveckling i R ?
- $P = UI = \frac{U^2}{R} \Rightarrow p(t) = \frac{\hat{u}^2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

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

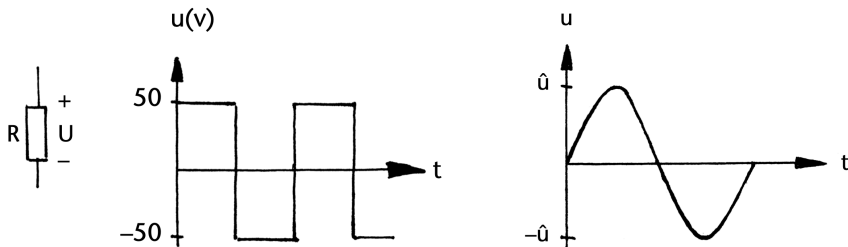
Out[4]= $\frac{x}{2} - \frac{\sin[4 \pi x]}{8 \pi}$

Växelströmsmätning – effektivvärde



Den *effektiva* spänningen U fås från:

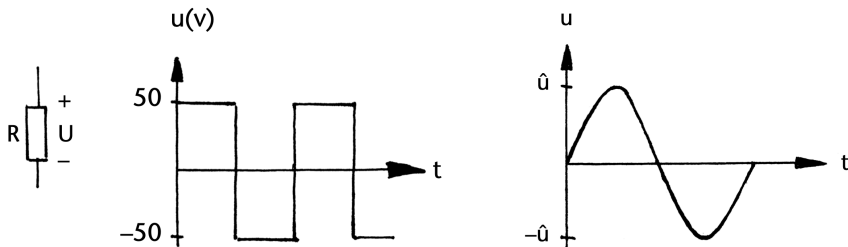
Växelströmsmätning – effektivvärde



Den *effektiva* spänningen U fås från:

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

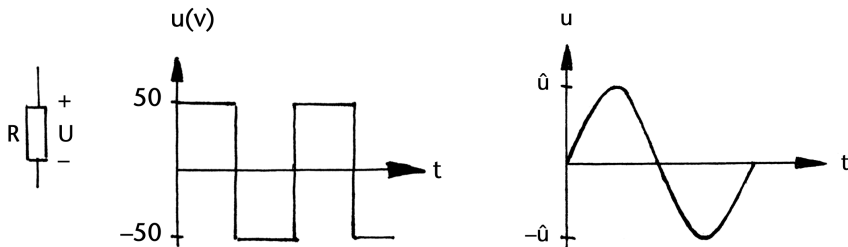
Växelströmsmätning – effektivvärde



Den *effektiva* spänningen U fås från:

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

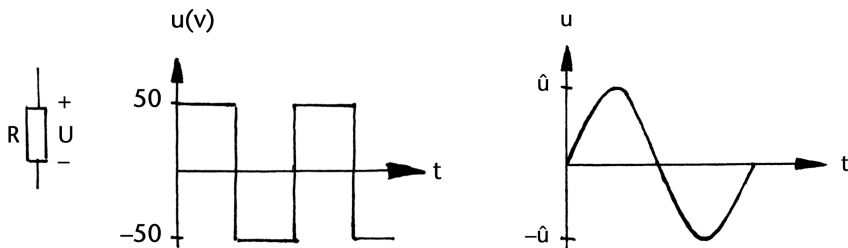
Växelströmsmätning – effektivvärde



Den *effektiva* spänningen U fås från:

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

Växelströmsmätning – effektivvärde

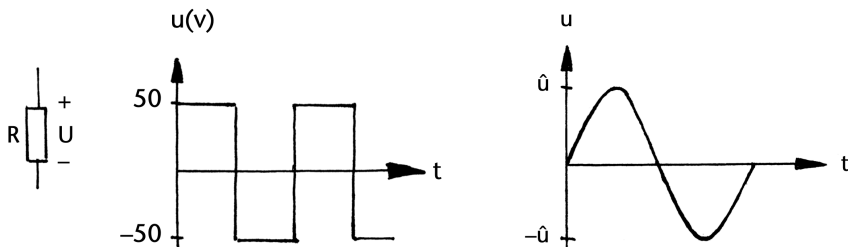


Den *effektiva* spänningen U fås från:

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

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

Växelströmsmätning – effektivvärde



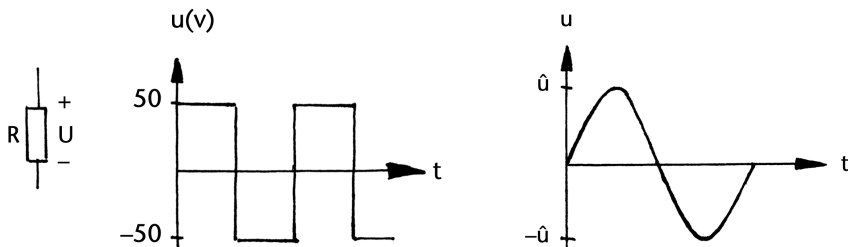
Den *effektiva* spänningen U fås från:

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

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

för **sinus**-signaler.

Växelströmsmätning – effektivvärde



Den *effektiva* spänningen U fås från:

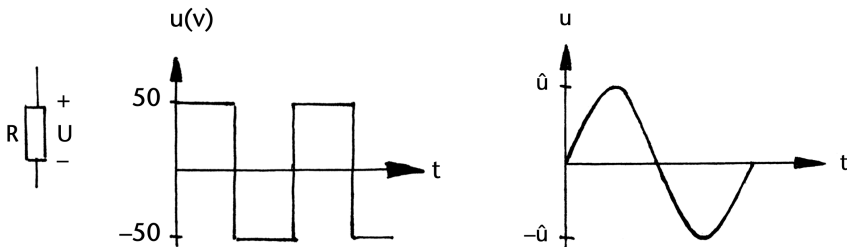
$$\tilde{p}(t) = \frac{\hat{u}^2}{2R} = \frac{u_{\text{eff}}^2}{R} \quad \text{Vilket ger:}$$

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

för **sinus**-signaler.

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

Växelströmsmätning – effektivvärde



Den *effektiva* spänningen U fås från:

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

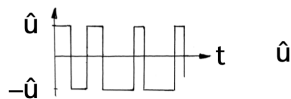
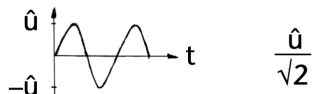
$$u_{\text{eff}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

för **sinus**-signaler.

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

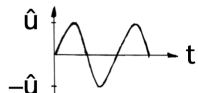
RMS-värden – exempel

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



RMS-värden – exempel

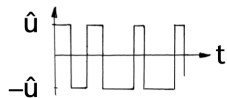
$$U = u_{\text{eff}}$$



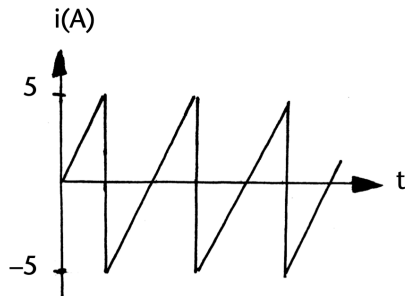
$$\frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$



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

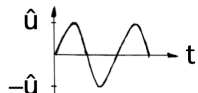


$$\hat{u}$$



RMS-värden – exempel

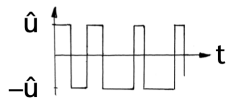
$$U = u_{\text{eff}}$$



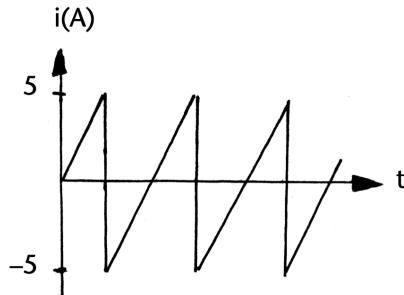
$$\frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$



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



$$\hat{u}$$



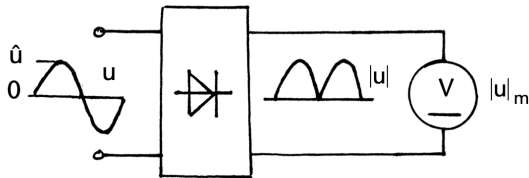
Vilken effekt utvecklas av strömmen till höger i ett $10\ \Omega$ -motstånd?

Multimetrar

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

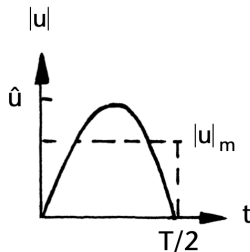
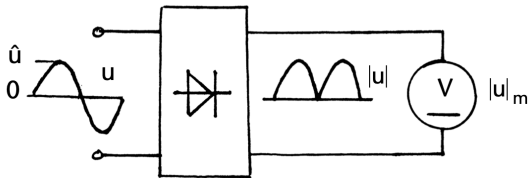
Multimetrar

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



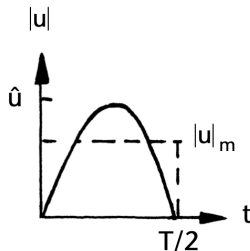
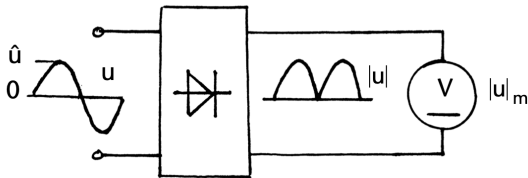
Multimetrar

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?**

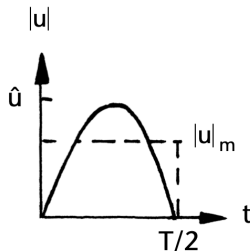
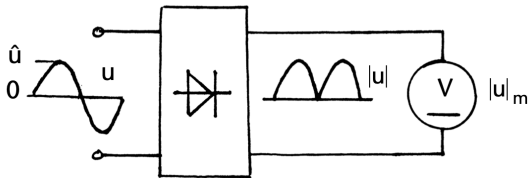


$$\text{In}[4]:= \int_0^1 \text{Abs}[\text{Sin}[2 * \pi * t]] \, dt$$

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

Multimetrar

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



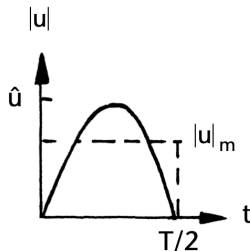
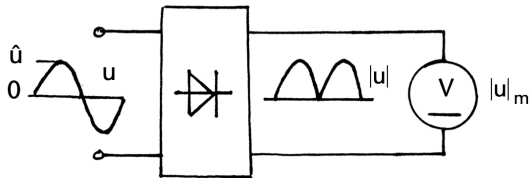
$$\text{In}[4]:= \int_0^1 \text{Abs}[\text{Sin}[2 * \pi * t]] \, dt$$

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

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

Multimetrar

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



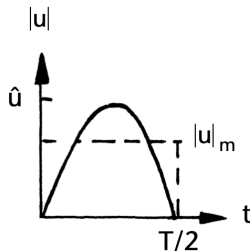
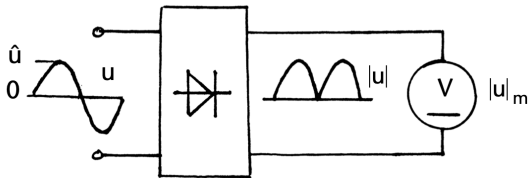
$$\text{In}[4]:= \int_0^1 \text{Abs}[\text{Sin}[2 * \pi * t]] \, dt$$

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

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

Multimetrar

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



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

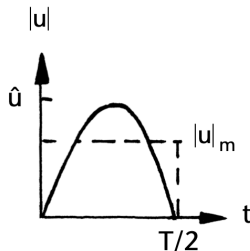
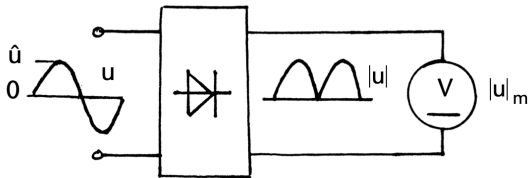
$$\text{Out}[4]= \frac{2}{\pi}$$

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

RMS-multimeterar visar rätt för **sinus**-signaler med medelvärde noll
 \Rightarrow annars fel!

Multimetrar

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



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

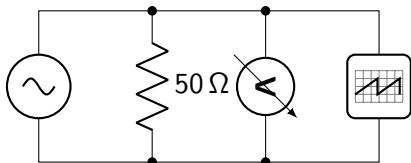
$$\text{Out}[4]= \frac{2}{\pi}$$

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

RMS-multimetrar visar rätt för **sinus**-signaler med medelvärde noll
 \Rightarrow annars fel!

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

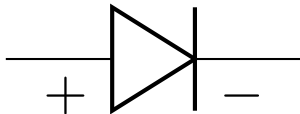
RMS vs. True RMS



Koppla upp

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

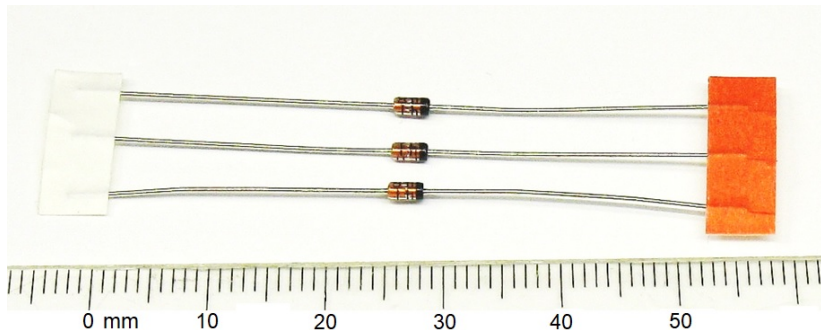
Nu lite elektronik!

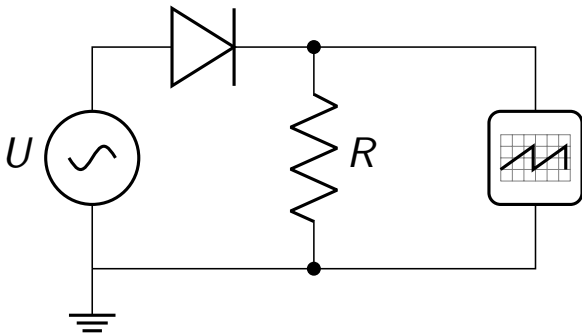


$$U_D$$

Dioden leder bara ström åt ett håll!

Ofta $U_D = 0.7\text{ V}$





Hur ser spänningen över motståndet ut?