

Berekeningen hydropompen en hydromotoren

Ing. R. van den Brink



Hydromotoren (Roterende beweging)

Hydromotoren krijgen hydraulisch vermogen ($P_t = \Delta p \cdot q_{vt}$) toegevoerd en zetten dit om in mechanisch vermogen ($P_{eff} = T \cdot 2\pi \cdot n$).

De 'hydromotor-berekening' wordt gesplitst in twee berekeningen:

- 1 een vermogensberekening;
- 2 een volumestroomberekening.

1 Vermogensberekening hydromotor.

Deze berekening volgt uit onderstaand blokschema:

$$P_t (= \Delta p \cdot q_{vt}) \implies \boxed{\eta_v \cdot \eta_{mh}} \implies P_{eff} (= T \cdot 2\pi \cdot n)$$

OPMERKING: voor blokschema 's geldt:
 van links naar rechts termen vermenigvuldigen;
 van rechts naar links termen delen.

- Waarbij:
- P_t = toegevoerd (hydraulisch) vermogen (W)
 - P_{eff} = effectief (mechanisch) vermogen (W)
 - T = koppel hydromotor (Nm)
 - Δp = drukverschil over motor (Pa)
 - n = toerental (omw/s)
 - q_{vt} = toegevoerde volumestroom (m^3/s)
 - q_{veff} = effectieve volumestroom (m^3/s)
 - η_v = volumetrisch rendement (-)
 - η_{mh} = mechanisch/hydraulisch rendement (-)

2 Volumestroomberekening hydromotor.

Deze berekening volgt uit onderstaand blokschema:

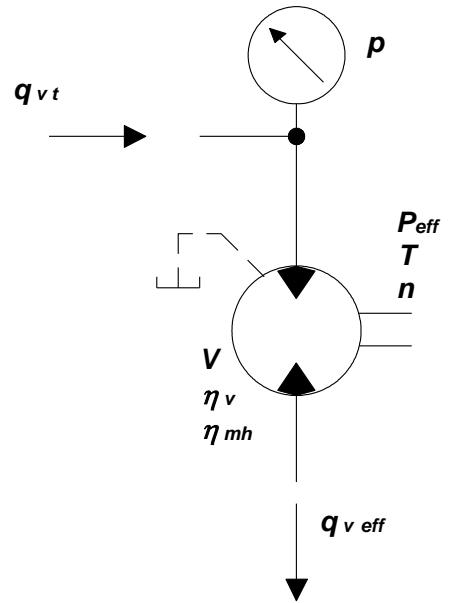
$$q_{vt} \implies \boxed{\eta_v} \implies q_{veff} (= V \cdot n)$$

De effectieve volumestroom q_{veff} drijft de hydromotor aan:

$$q_{veff} = V \cdot n$$

waarbij: V = slagvolume hydromotor (m^3)

n = toerental hydromotor (omw/s)



Berekening hydropompen

Hydropompen krijgen mechanisch vermogen ($P_t = T \cdot 2\pi \cdot n$) toegevoerd en zetten dit om in hydraulisch vermogen

$$(P_{eff} = \Delta p \cdot q_{v\,eff}).$$

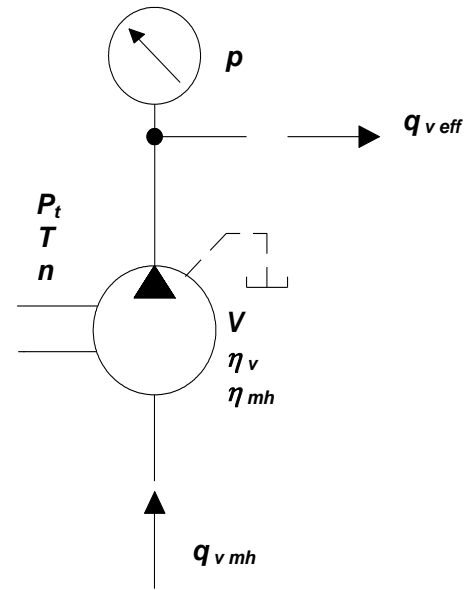
Ook de 'hydropomp-berekening' wordt gesplitst in twee berekeningen:

- 1 een vermogensberekening;
- 2 een volumestroomberekening.

1 Vermogensberekening hydropomp.

Deze berekening volgt uit onderstaand blokschema:

$$P_t (= T \cdot 2\pi \cdot n) \implies \boxed{\eta_{mh} \cdot \eta_v} \implies P_{eff} (= \Delta p \cdot q_{v\,eff})$$



Waarbij:

P_t	= toegevoerd (mechanisch) vermogen (W)
P_{eff}	= effectief (hydraulisch) vermogen (W)
T	= koppel (Nm)
Δp	= drukverschil over pomp (Pa)
n	= toerental (omw/s)
$q_{v\,th}$	= theoretische pompopbrengst (l/min)
$q_{v\,eff}$	= effectieve pompopbrengst (l/min)
η_v	= volumetrisch rendement (-)
η_{mh}	= mechanisch/hydraulisch rendement (-)

2 Volumestroomberekening hydropomp.

Deze berekening volgt uit onderstaand blokschema:

$$q_{v\,th} (= V \cdot n) \implies \boxed{\eta_v} \implies q_{v\,eff}$$

Op grond van zijn slagvolume en toerental zuigt de pomp aan en zal theoretisch moeten leveren: $q_{v\,th} = V \cdot n$

waarbij: V = slagvolume hydropomp (m^3)
 n = toerental hydropomp (omw/s)

Door de inwendige lekverliezen bedraagt de effectieve opbrengst $q_{v\,eff} = q_{v\,th} \cdot \eta_v$

Berekening in praktijkeenheden

In de praktijk werkt men met formules in zogenaamde praktijkeenheden waardoor er minder hoeft te worden omgerekend. Dit verkleint de kans op het maken van fouten.

Hydromotoren (roterende beweging)

Ingaand vermogen: $P_{in} = \frac{\Delta p \cdot Q}{600} = P_H$

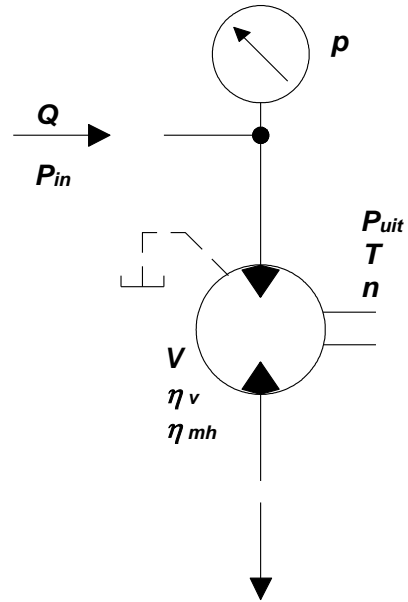
Uitgaand vermogen: $P_{uit} = \frac{T \cdot n}{9550} = P_M$

Koppel: $T = \frac{\Delta p \cdot V_{sl}}{20 \cdot \pi} \cdot \eta_{mh}$

Toerental: $n = \frac{Q \cdot 1000}{V_{sl}} \cdot \eta_v$

$$P_{in} = \frac{P_{uit}}{\eta_v \cdot \eta_{mh}}$$

$$P_{uit} = P_{in} \cdot \eta_v \cdot \eta_{mh}$$



n	=	toerental motor	omw/min
P_H	=	hydraulisch vermogen	kW
P_{in}	=	ingaaand vermogen	kW
P_M	=	mechanisch vermogen	kW
P_{uit}	=	uitgaand vermogen	kW
Δp	=	drukverschil over motor	bar
Q	=	toegevoerde volumestroom	l/min
T	=	askoppel	Nm
V_{sl}	=	slagvolume	cc/omw
η_v	=	volumetrisch rendement	--
η_{mh}	=	mechanisch hydraulisch rendement	--

Cilinders (lineaire beweging)

Cilinderkracht uitgaand: $F_{uit} = \frac{p_z \cdot A_z}{100}$

Cilinderkracht ingaand: $F_{in} = \frac{p_z \cdot A_r}{100}$

Slagvolume bodemzijde: $V = \frac{A_z \cdot S}{1000}$

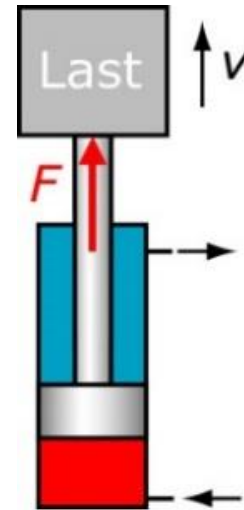
Slagvolume stangzijde: $V = \frac{A_r \cdot S}{1000}$

Snelheid uitgaand: $v_{uit} = \frac{Q}{6 \cdot A_z}$

Snelheid ingaand: $v_{in} = \frac{Q}{6 \cdot A_r}$

Oppervlakte zuiger $A_z = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

Oppervlakte ring $A_r = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$



A_r	=	ringoppervlak	cm^2
A_z	=	zuigeroppervlak	cm^2
F	=	kracht	kN
p	=	druk	bar
Q	=	volumestroom	l/min
S	=	slag	cm
V	=	slagvolume	cm^3
v	=	snelheid	m/s

Hydropompen

Ingaand vermogen
(mechanisch):

$$P_{in} = \frac{T \cdot n}{9550} = P_M$$

Uitgaand vermogen
(hydraulisch):

$$P_{uit} = \frac{\Delta p \cdot Q}{600} = P_H$$

Aandrijfkoppel:

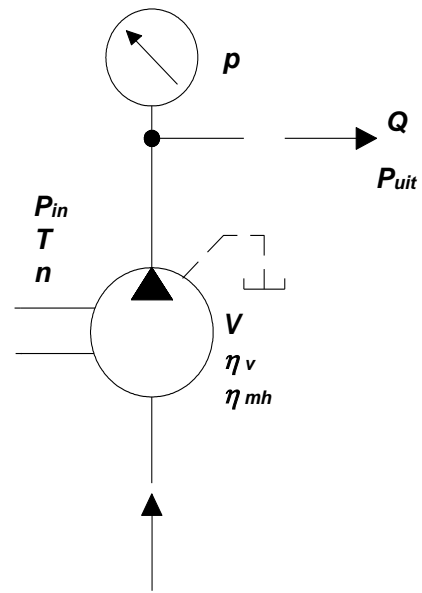
$$T = \frac{\Delta p \cdot V_{sl} \cdot 1}{20 \cdot \pi \cdot \eta_{mh}}$$

Effectieve volumestroom:

$$Q = \frac{V_{sl} \cdot n}{1000} \cdot \eta_v$$

$$P_{in} = \frac{P_{uit}}{\eta_v \cdot \eta_{mh}}$$

$$P_{uit} = P_{in} \cdot \eta_v \cdot \eta_{mh}$$



n	=	toerental	omw/min
P_{in}	=	ingaaand vermogen	kW
P_{uit}	=	uitgaand vermogen	kW
Δp	=	drukverschil	bar
Q	=	(effectieve) volumestroom	l/min
T	=	koppel	Nm
V_{sl}	=	slagvolume	cc/omw
η_v	=	volumetrisch rendement	--
η_{mh}	=	mechanisch hydraulisch rendement	--