

МОБИЛНЕ МАШИНЕ

I

предавање 8.3



*хидростатички системи,
регулација параметара*



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ

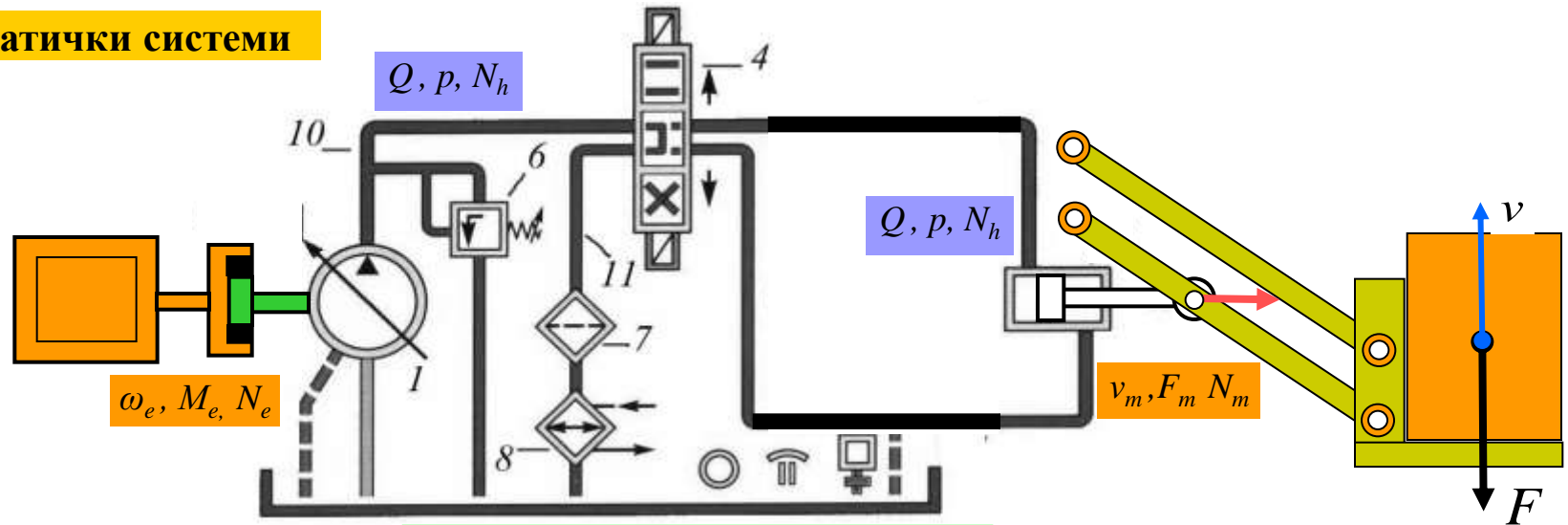


Катедра за транспортну технику и логистику

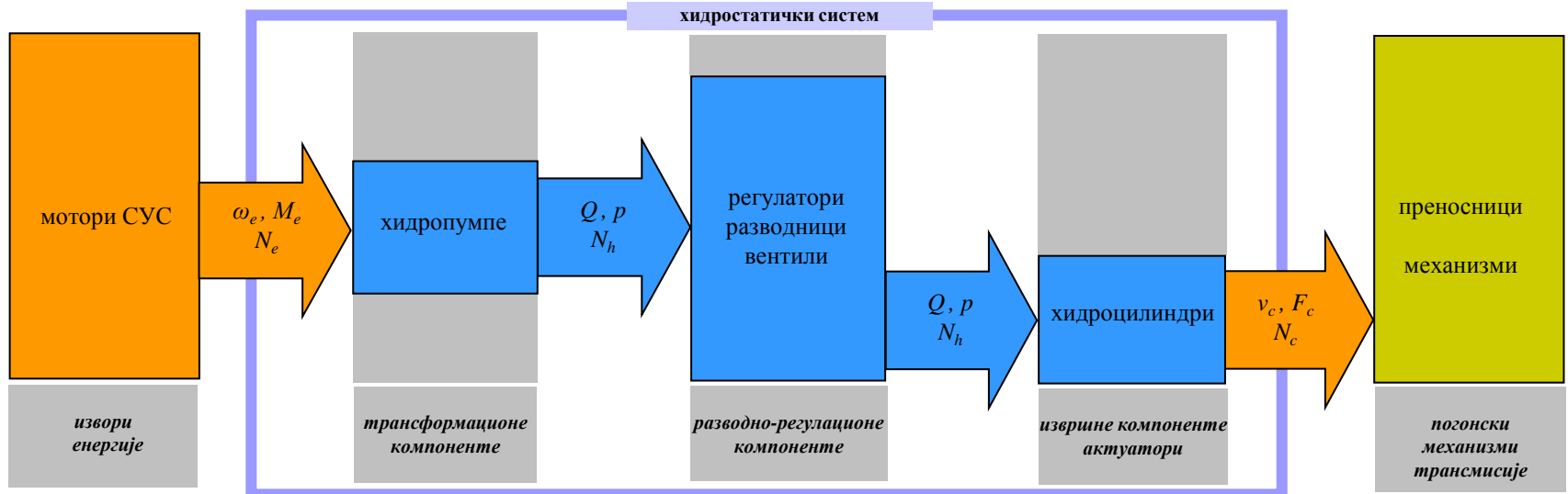
проф. др Драгослав Јаношевић

ttl

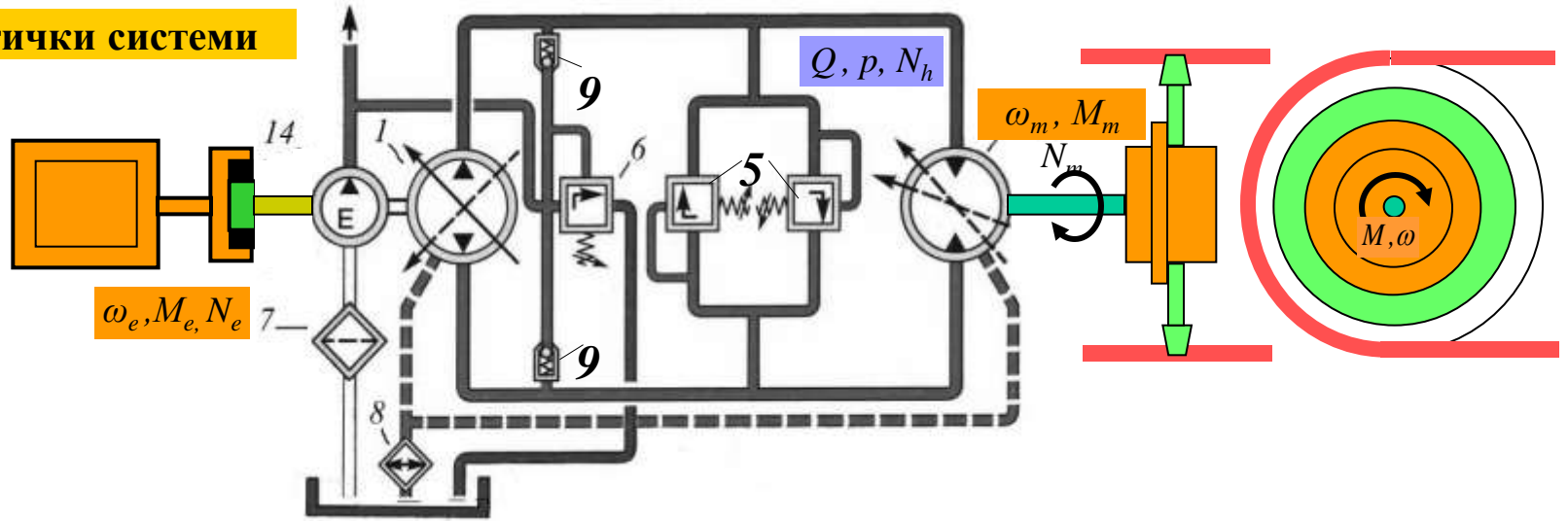
Хидростатички системи



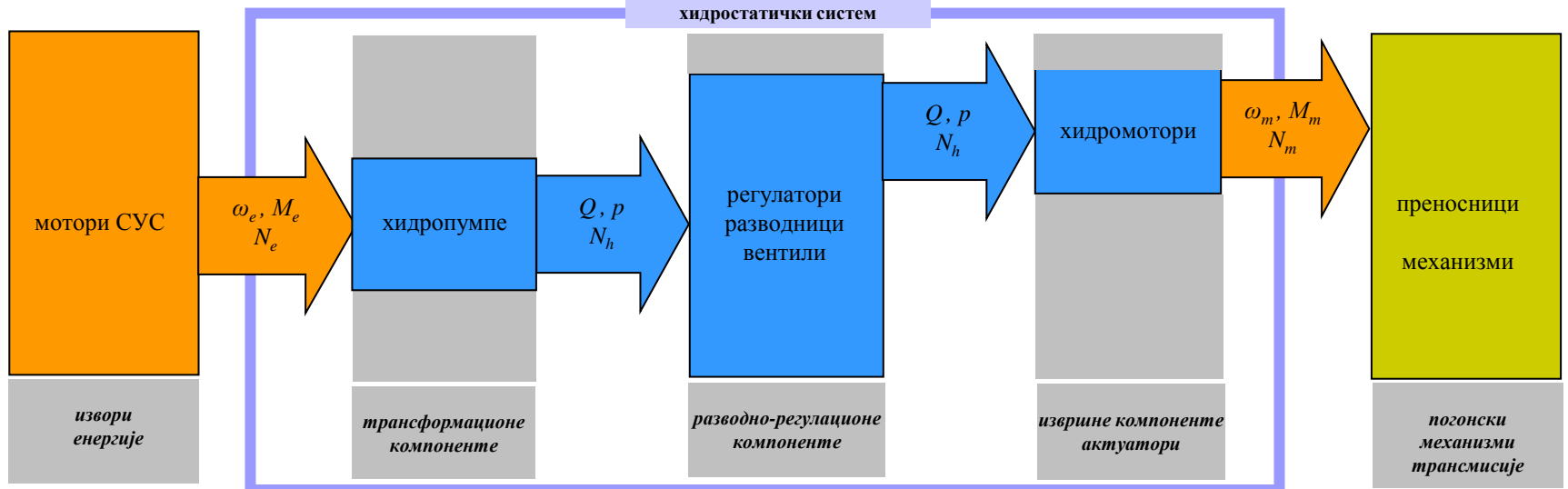
$$N_e = N_h = p \cdot Q = N_m = F \cdot v$$



Хидростатички системи



$$N_e = N_h = p \cdot Q = N_m = M \cdot \omega$$



Регулација хидростатичких система

критеријум регулације:

$$N_{en} = N_h = const = M \cdot \omega$$

дизел мотор:

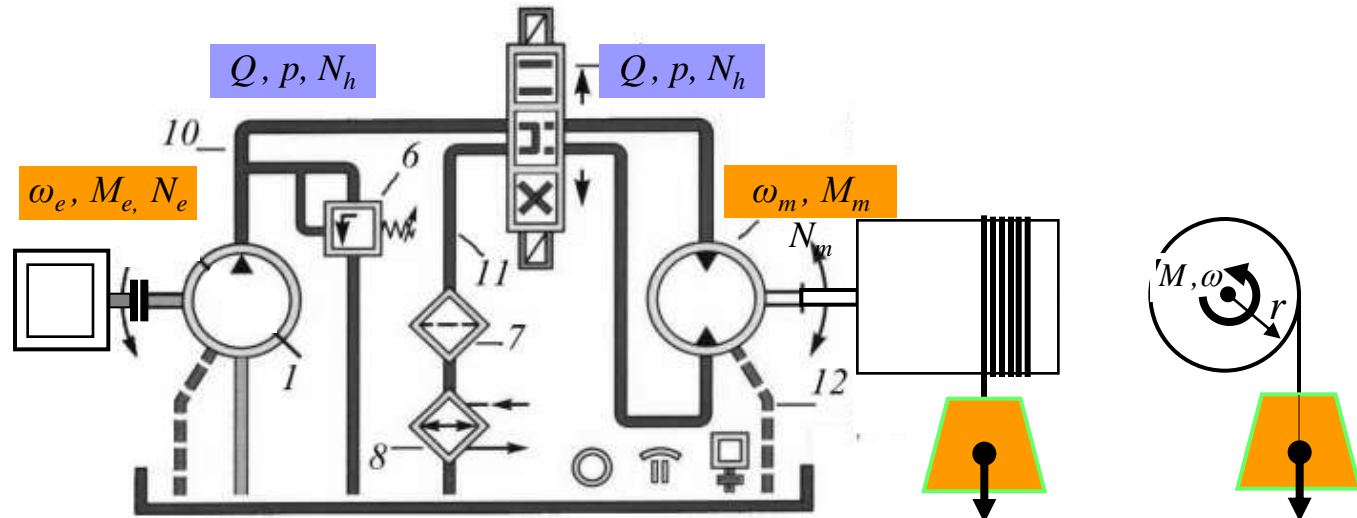
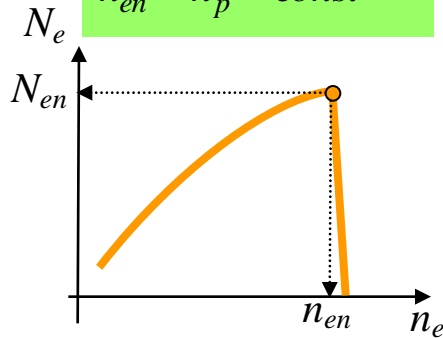
$$N_e = N_h = N_p$$

$$n_e = n_p$$

циљ:

$$N_{en} = N_h = const$$

$$n_{en} = n_p = const$$



хидропумпа: $q_p = const$

$$Q_p = Q = \frac{q_p \cdot n_p}{1000} \eta_{pv} = const$$

хидромотор: $q_m = const$

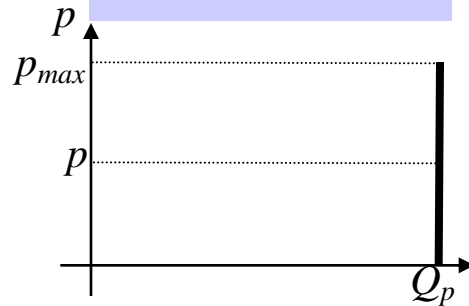
$$Q_p = Q_m = Q = const$$

$$n_m = \frac{1000 \cdot Q}{q_m} \eta_{mv} = const$$

погонски механизам:

$$n_m = n_o$$

$$v_{max} = r \cdot \omega_o = r \frac{n_o \pi}{30} = const$$



Регулација хидростатичких система

критеријум регулације:

$$N_{en} = N_h = const = M \cdot \omega$$

дизел мотор:

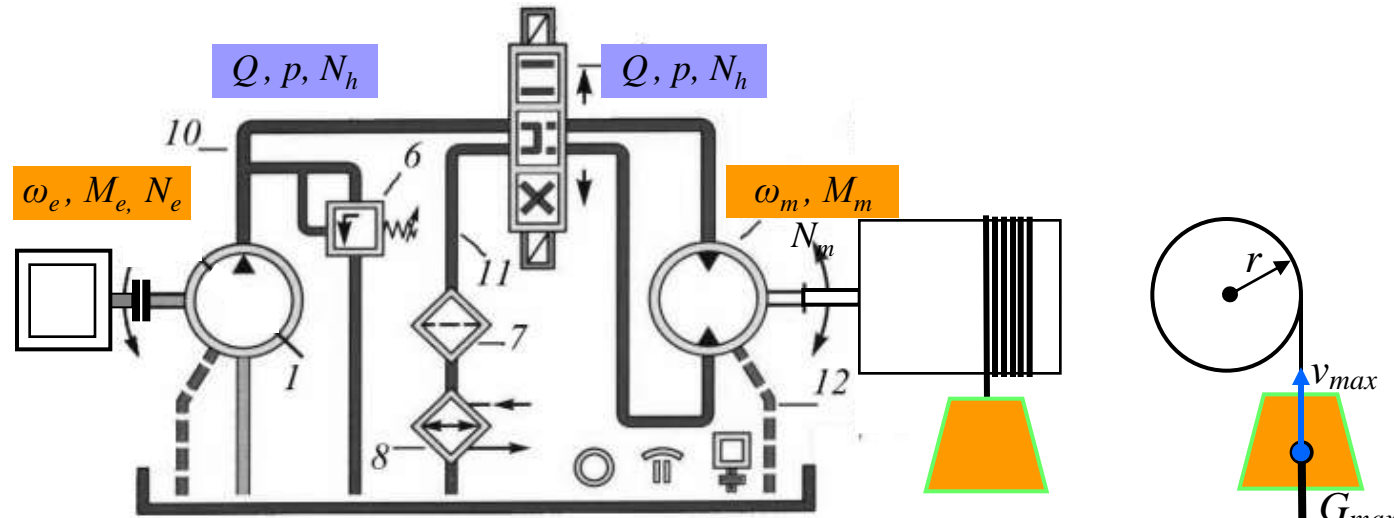
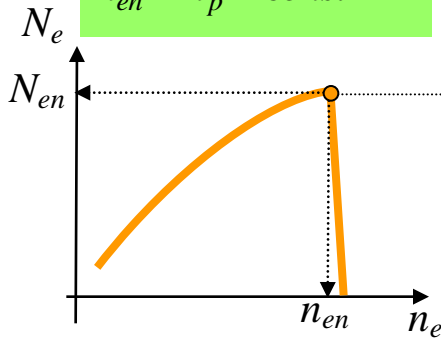
$$N_e = N_h = N_p$$

$$n_e = n_p$$

циљ:

$$N_{en} = N_h = const$$

$$n_{en} = n_p = const$$

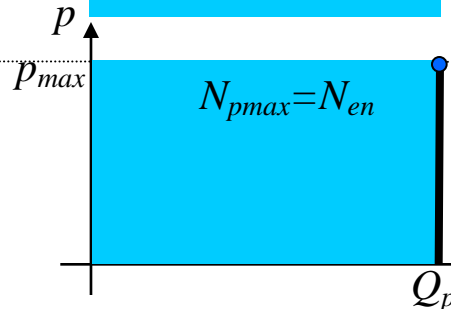


хидропумпа: $q_p = const$

$$Q_p = Q = \frac{q_p \cdot n_p}{1000} \eta_{pv} = const$$

$$N_p = \frac{Q_p \cdot p_{max}}{60 \cdot \eta_{pu}}$$

$$N_{pmax} = \frac{q_p \cdot n_p \cdot p_{max} \cdot \eta_{pv}}{1000 \cdot 60 \cdot \eta_{pu}} = p_{max} \cdot K_p$$



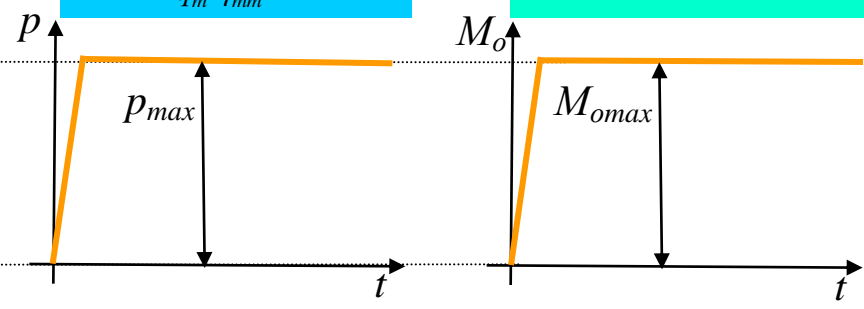
хидромотор: $q_m = const$

$$Q_p = Q_m = Q = const$$

$$n_m = \frac{1000 \cdot Q}{q_m} \eta_{mv} = const$$

$$M_{mmax} = \frac{q_m (p_{max} - p_o)}{2\pi} \eta_{mm}$$

$$p_{max} = \frac{2\pi M_{mmax}}{q_m \eta_{mm}} + p_o$$



погонски механизам:

$$n_m = n_o$$

$$v_{max} = r \cdot \omega_o = r \frac{n_o \pi}{30} = const$$

$$M_{omax} = G_{max} \cdot r = M_{mmax}$$



Регулација хидростатичких система

критеријум регулације:

$$N_{en} = N_h = const = M \cdot \omega$$

дизел мотор:

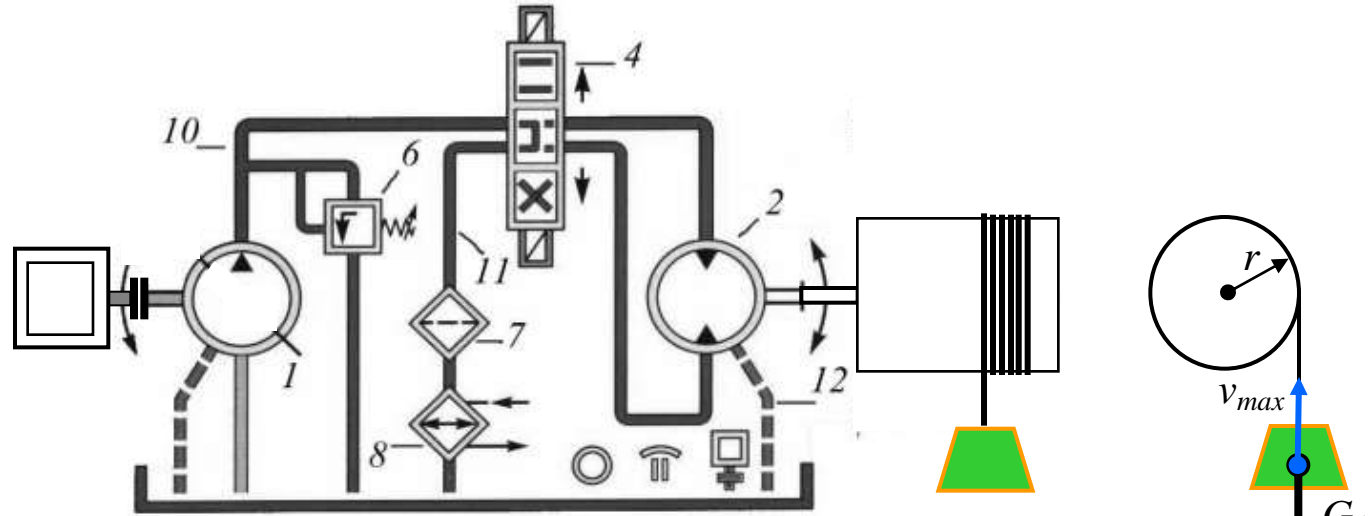
$$N_e = N_h = N_p$$

$$n_e = n_p$$

циљ:

$$N_{en} = N_h = const$$

$$n_{en} = n_p = const$$



хидропумпа: $q_p = const$

$$Q_p = Q = \frac{q_p \cdot n_p}{1000} \eta_{pv} = const$$

$$N_p = \frac{Q_p \cdot p_1}{60 \cdot \eta_{pu}}$$

$$N_{p1} = \frac{q_p \cdot n_p \cdot p_1 \cdot \eta_{pv}}{1000 \cdot 60 \cdot \eta_{pu}} = p_1 \cdot K_p$$

хидромотор: $q_m = const$

$$Q_p = Q_m = Q = const$$

$$n_m = \frac{1000 \cdot Q}{q_m} \eta_{mv} = const$$

$$M_{m1} = \frac{q_m (p_1 - p_o)}{2\pi} \eta_{mm}$$

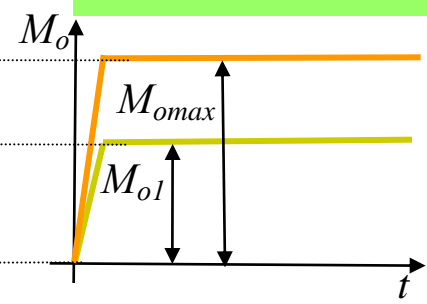
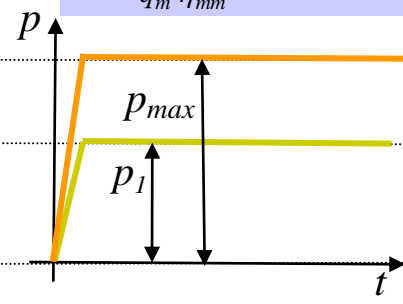
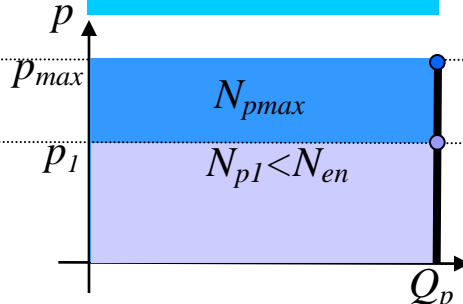
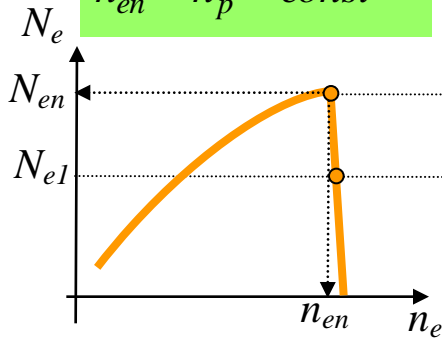
$$p_1 = \frac{2\pi M_{m1}}{q_m \eta_{mm}} + p_o$$

ПОГОНСКИ МЕХАНИЗАМ:

$$n_m = n_o$$

$$v_{max} = r \cdot \omega_o = r \cdot \frac{n_o \pi}{30} = const$$

$$M_{o1} = G_1 \cdot r = M_{m1}$$



Регулација хидростатичких система

критеријум регулације:

$$N_{en} = N_h = const = M \cdot \omega$$

дизел мотор:

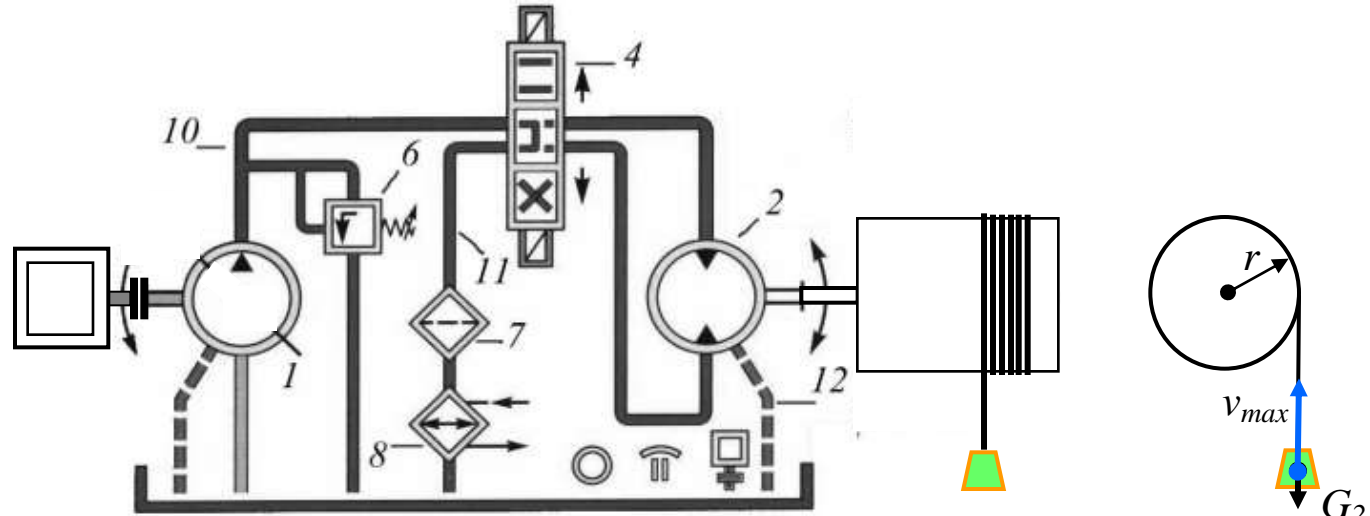
$$N_e = N_h = N_p$$

$$n_e = n_p$$

циљ:

$$N_{en} = N_h = const$$

$$n_{en} = n_p = const$$



хидропумпа: $q_p = const$

$$Q_p = Q = \frac{q_p \cdot n_p}{1000} \eta_{pv} = const$$

$$N_p = \frac{Q_p \cdot p_2}{60 \cdot \eta_{pu}}$$

$$N_{p2} = \frac{q_p \cdot n_p \cdot p_2 \cdot \eta_{pv}}{1000 \cdot 60 \cdot \eta_{pu}} = p_2 \cdot K_p$$

хидромотор: $q_m = const$

$$Q_p = Q_m = Q = const$$

$$n_m = \frac{1000 \cdot Q_m \eta_{mv}}{q_m} = const$$

$$M_{m2} = \frac{q_m (p_2 - p_o)}{2\pi} \eta_{mm}$$

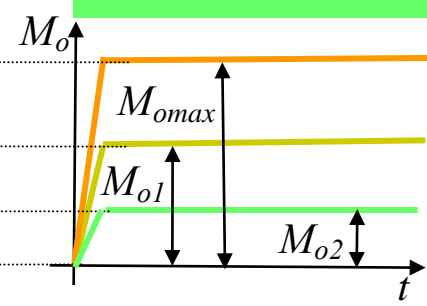
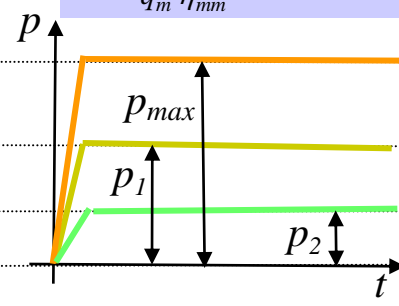
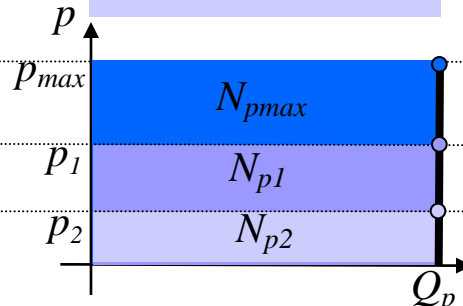
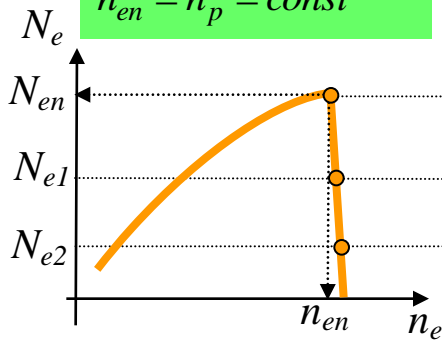
$$p_2 = \frac{2\pi M_{m2}}{q_m \eta_{mm}} + p_o$$

ПОГОНСКИ МЕХАНИЗАМ:

$$n_m = n_o$$

$$v_{max} = r \cdot \omega_o = r \frac{n_o \pi}{30} = const$$

$$M_{o2} = G_2 \cdot r = M_{m2}$$



Регулација хидростатичких система

критеријум регулације:

$$N_{en} = N_h = const = M \cdot \omega$$

дизел мотор:

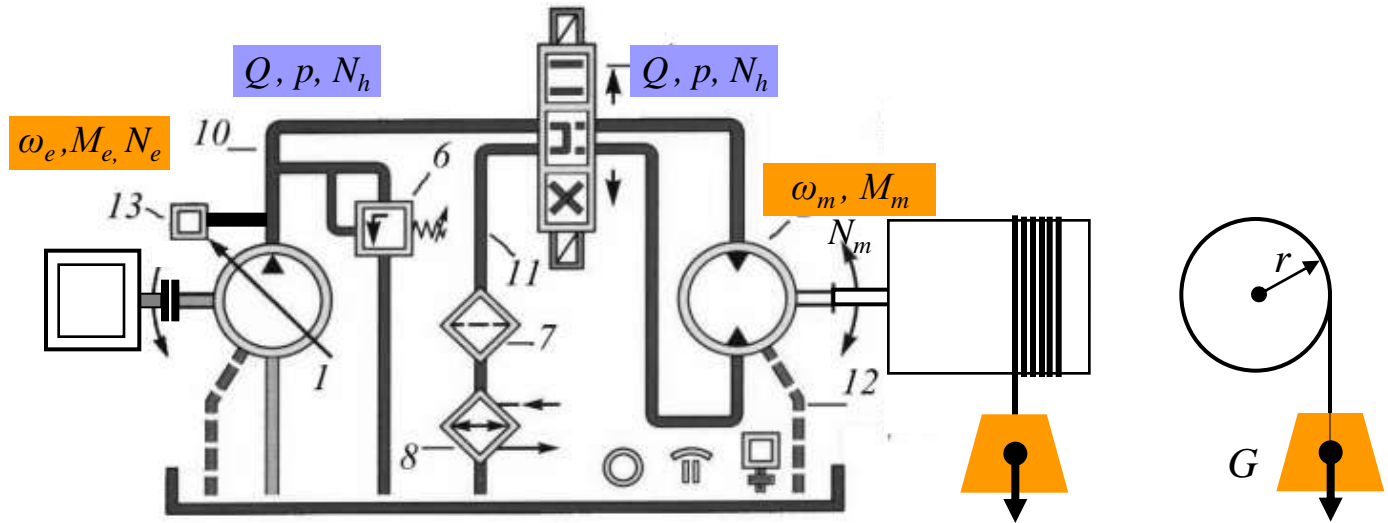
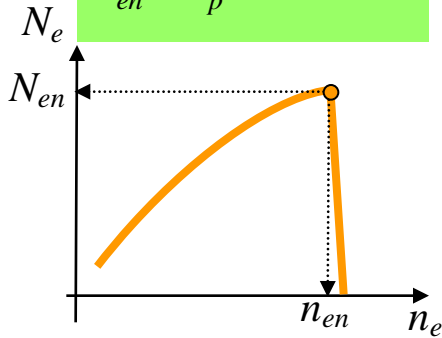
$$N_e = N_h = N_p$$

$$n_e = n_p$$

цљ:

$$N_{en} = N_h = const$$

$$n_{en} = n_p = const$$

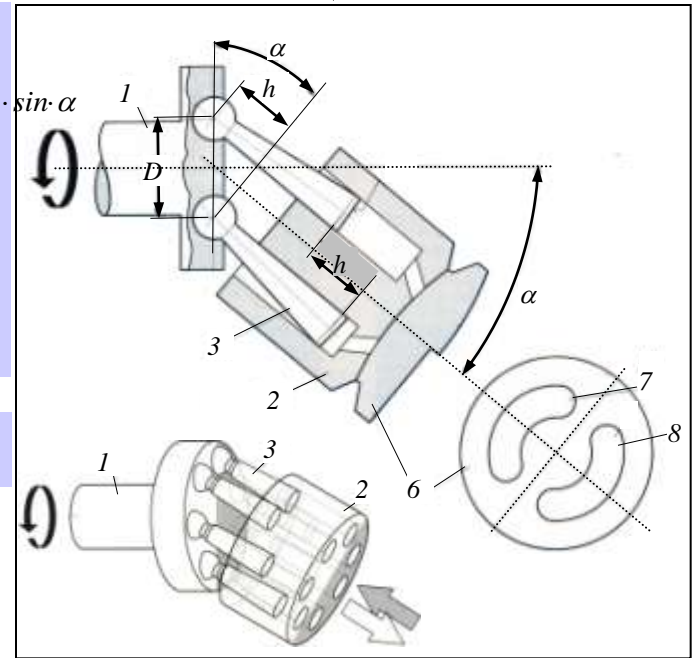
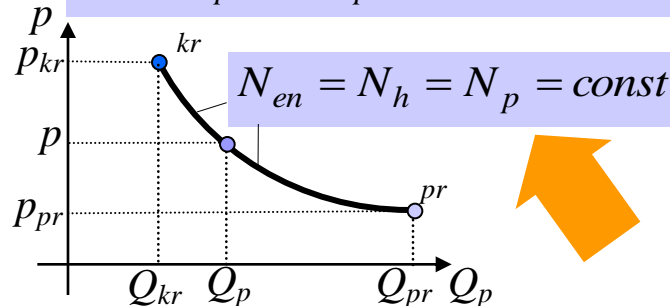


хидропумпа: $q_p = z \cdot A \cdot D \cdot \sin \alpha \neq const$

$$Q_p = Q = \frac{q_p \cdot n_p}{1000} \eta_{pv} = \frac{z \cdot A \cdot D \sin \alpha \cdot n_{en}}{1000} \eta_{pv} = K_r \cdot \sin \alpha$$

$$N_{en} = N_p = \frac{Q_p \cdot p}{60 \cdot \eta_{pu}} = const$$

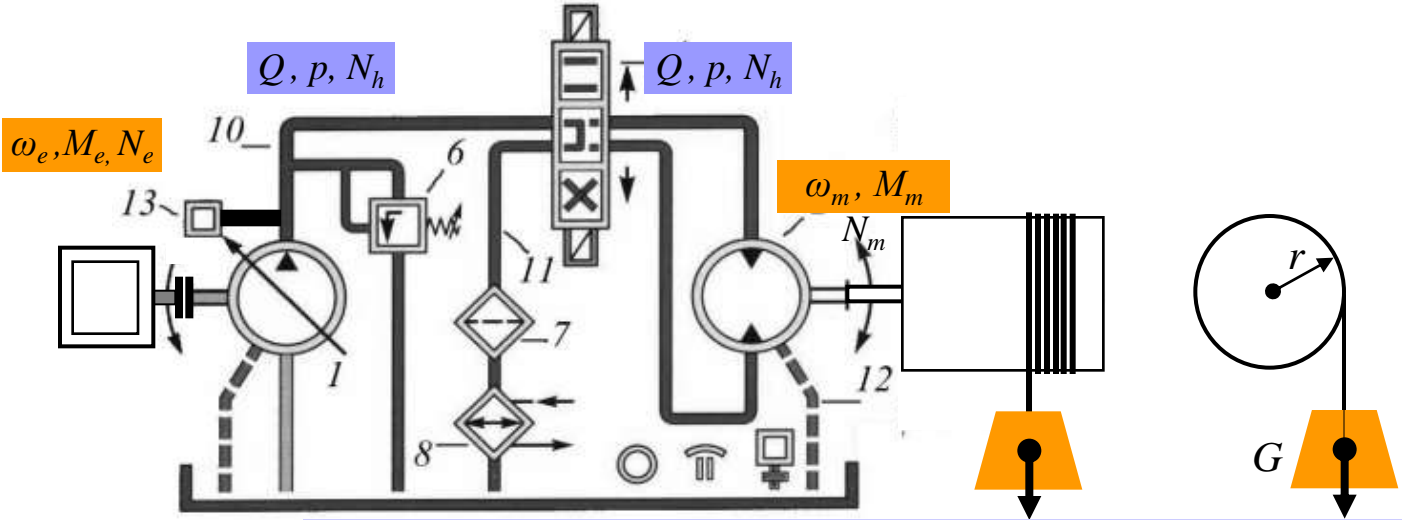
$$Q_p = \frac{60 \cdot \eta_{pu} \cdot N_{en}}{p} = \frac{K_e}{p} = K_r \cdot \sin \alpha$$



Регулација
хидростатичких
система

критеријум регулације:

$$N_{en} = N_h = const = M \cdot \omega$$



хидропумпа: $q_p \neq const$

услов регулације пумпе по критеријуму **константне снаге**:

$$N_{en} = N_h = N_p = \frac{Q_{pr} \cdot p_{pr}}{60 \cdot \eta_{пу}} = \frac{Q_{kr} \cdot p_{kr}}{60 \cdot \eta_{пу}} = \frac{Q \cdot p}{60 \cdot \eta_{пу}} = const$$

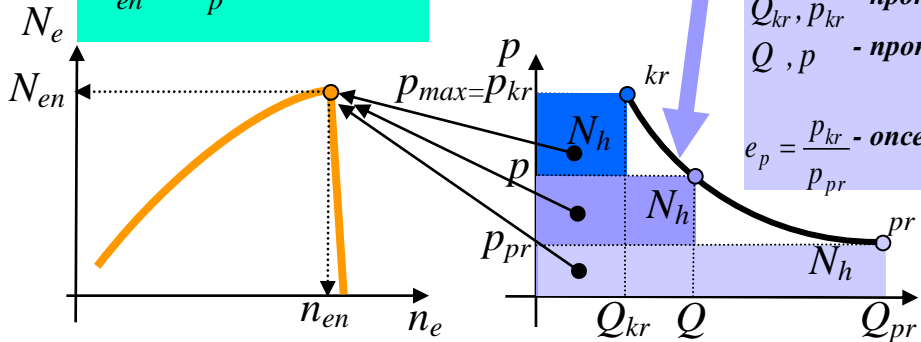
Q_{pr}, p_{pr} - проток и притисак пумпе на почетку регулације, при чему је: $Q_{pr} = Q_{max}$

Q_{kr}, p_{kr} - проток и притисак пумпе на крају регулације, при чему је: $p_{kr} = p_{max}$

Q, p - проток и притисак пумпе у опсегу регулације

$$e_p = \frac{p_{kr}}{p_{pr}} - \text{опсег регулације пумпе}$$

дизел мотор:
 $N_e = N_h = N_p$
 $n_e = n_p$
 циљ:
 $N_{en} = N_h = const$
 $n_{en} = n_p = const$



Регулација хидростатичких система

критеријум регулације:

$$N_{en} = N_h = const = M \cdot \omega$$



дизел мотор:

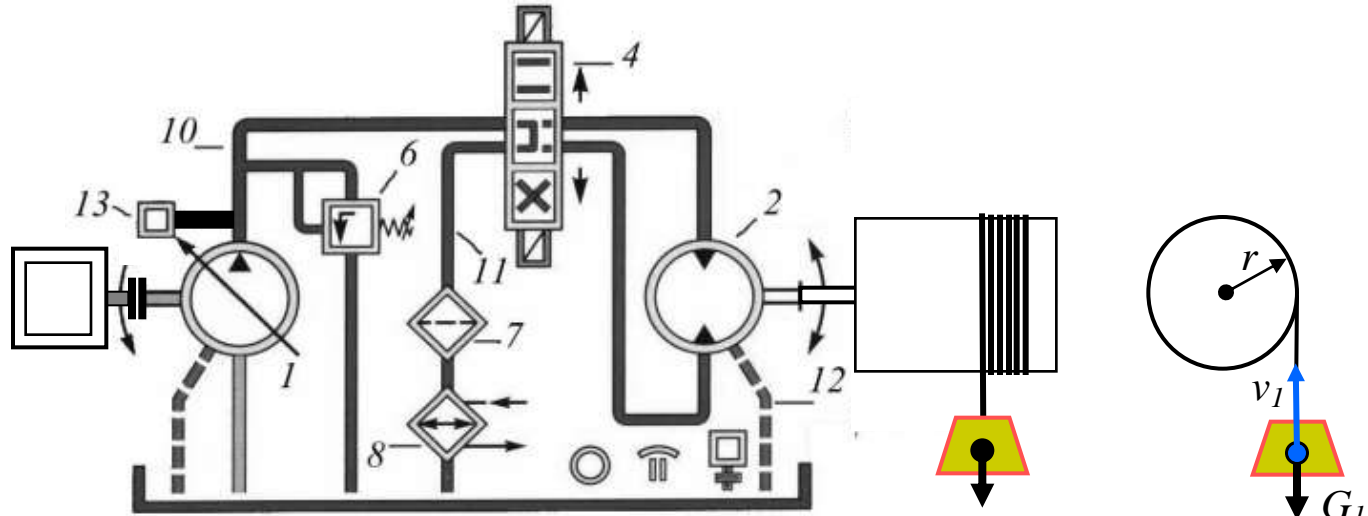
$$N_e = N_h = N_p$$

$$n_e = n_p$$

цљь:

$$N_{en} = N_h = const$$

$$n_{en} = n_p = const$$



хидропумпа: $q_p \neq const$

$$p_{pr} < p_1 < p_{kr}$$

$$N_h = N_p = \frac{Q_1 \cdot p_1}{60 \cdot \eta_{pu}} = const$$

$$Q_1 = \frac{60 \cdot \eta_{pu} \cdot N_h}{p_1} = \frac{K_e}{p_1}$$

хидромотор: $q_m = const$

$$Q_m = Q_1$$

$$n_{m1} = \frac{1000 \cdot Q_1 \eta_{mv}}{q_m}$$

$$M_{m1} = \frac{q_m (p_1 - p_o)}{2\pi} \eta_{mm}$$

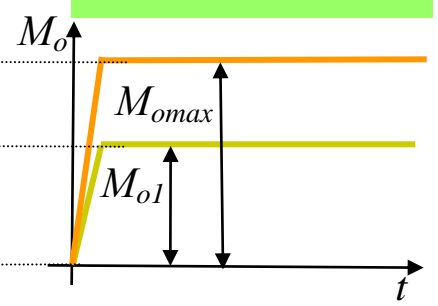
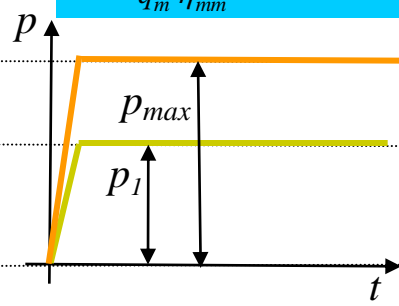
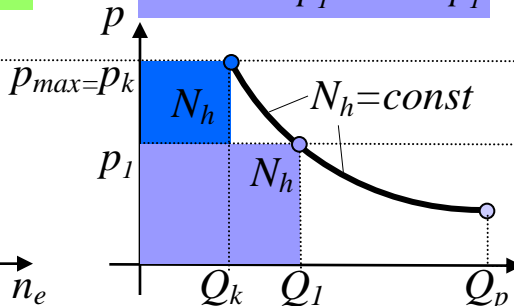
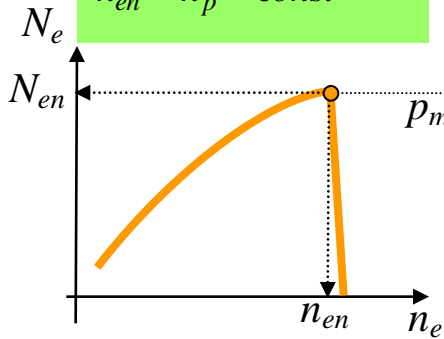
$$p_1 = \frac{2\pi M_{m1}}{q_m \eta_{mm}} + p_o$$

погонски механизам:

$$n_{op} = n_{m1}$$

$$v_1 = r \cdot \omega_{op} = r \frac{n_{op} \pi}{30}$$

$$M_{o1} = G_1 \cdot r = M_{m1}$$



Регулација хидростатичких система

критеријум регулације:

$$N_{en} = N_h = const = M \cdot \omega$$



дизел мотор:

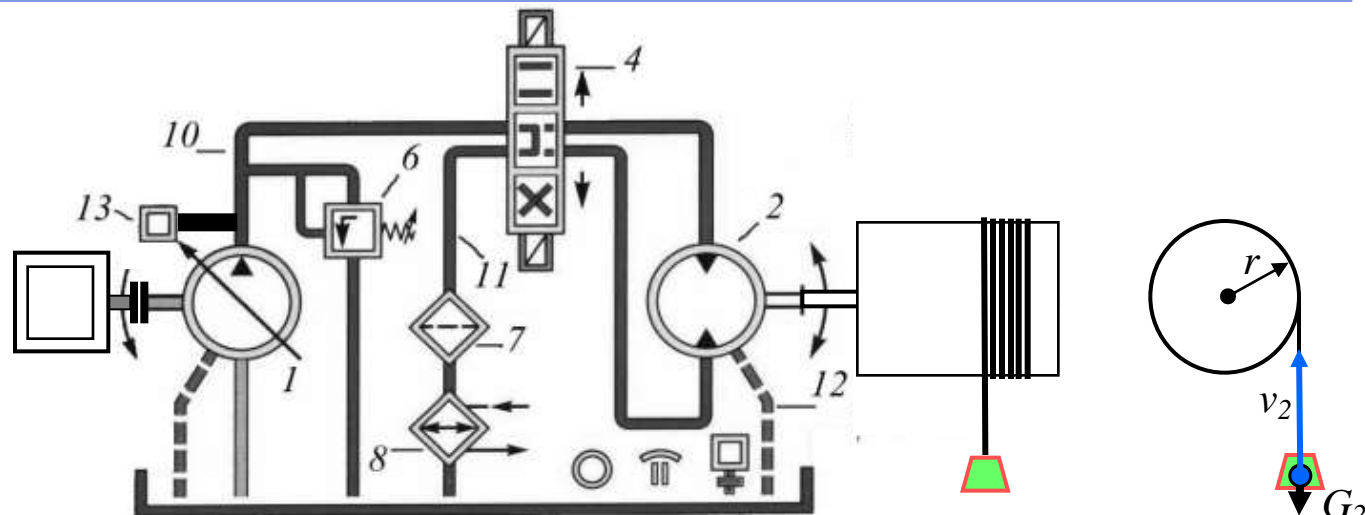
$$N_e = N_h = N_p$$

$$n_e = n_p$$

цљ:

$$N_{en} = N_h = const$$

$$n_{en} = n_p = const$$



хидропумпа: $q_p \neq const$

$$P_{pr} = P_2$$

$$N_h = N_p = \frac{Q_{pr} \cdot P_{pr}}{60 \cdot \eta_{pu}} = const$$

$$Q_2 = \frac{60 \cdot \eta_{pu} \cdot N_h}{P_2} = \frac{K_e}{P_{pr}}$$

хидромотор: $q_m = const$

$$Q_m = Q_{pr} = Q_2$$

$$n_{mpr} = \frac{1000 \cdot Q_{pr} \cdot \eta_{mv}}{q_m}$$

$$M_{m2} = \frac{q_m (P_2 - P_o)}{2\pi} \eta_{mm}$$

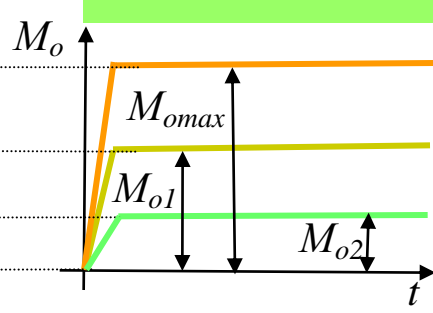
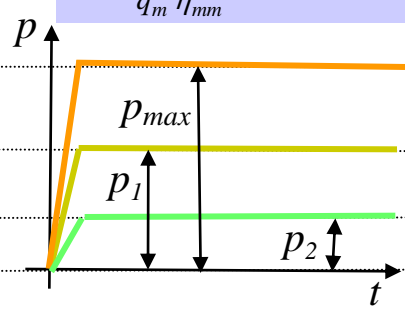
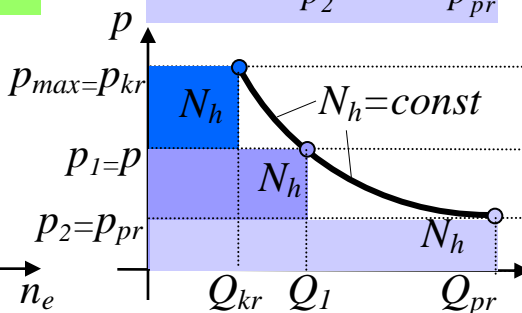
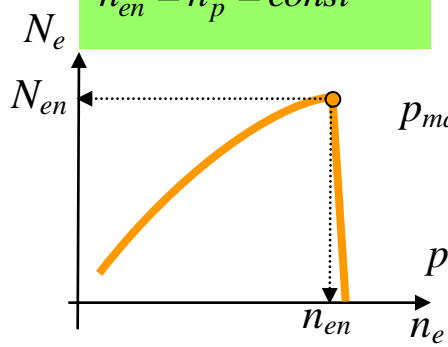
$$P_2 = \frac{2\pi M_{m2}}{q_m \eta_{mm}} + P_o$$

ПОГОНСКИ МЕХАНИЗАМ:

$$n_{opr} = n_{mpr}$$

$$v_2 = r \cdot \omega_{opr} = r \frac{n_{opr} \pi}{30}$$

$$M_{o2} = G_2 \cdot r = M_{m2}$$



Регулација хидропумпи

клипно-аксијалне са
закретном плочом

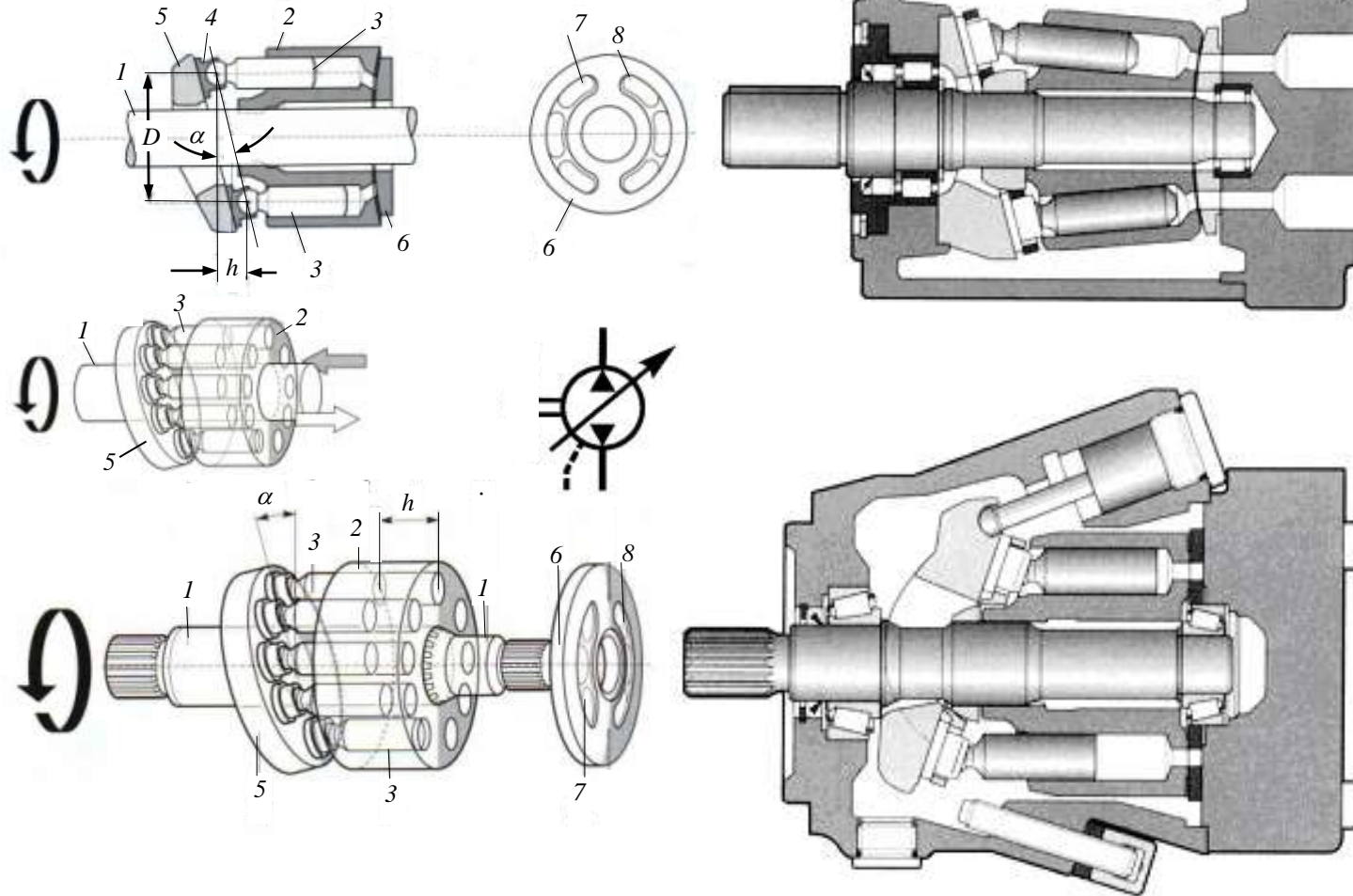
специфични проток:

$$q_p = z \cdot A \cdot h$$

$$q_p = z \cdot A \cdot D \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

где је:

A - површина чела клипа, z - број клипова



Клипно аксијалне пумпе и мотори са заокретнутом плочом - кинематика клипно-аксијалне пумпе: 1 - погонско вратило; 2 - клип; 3 - површина клипа; 4 - цилиндар; 5 - ход клипа; 6 - разводна плоча; 7 - потисни канал разводне плоче; 8 - усисни канал разводне плоче.

Регулација хидропумпи

клипно-аксијалне са
закретном блоком

специфични проток

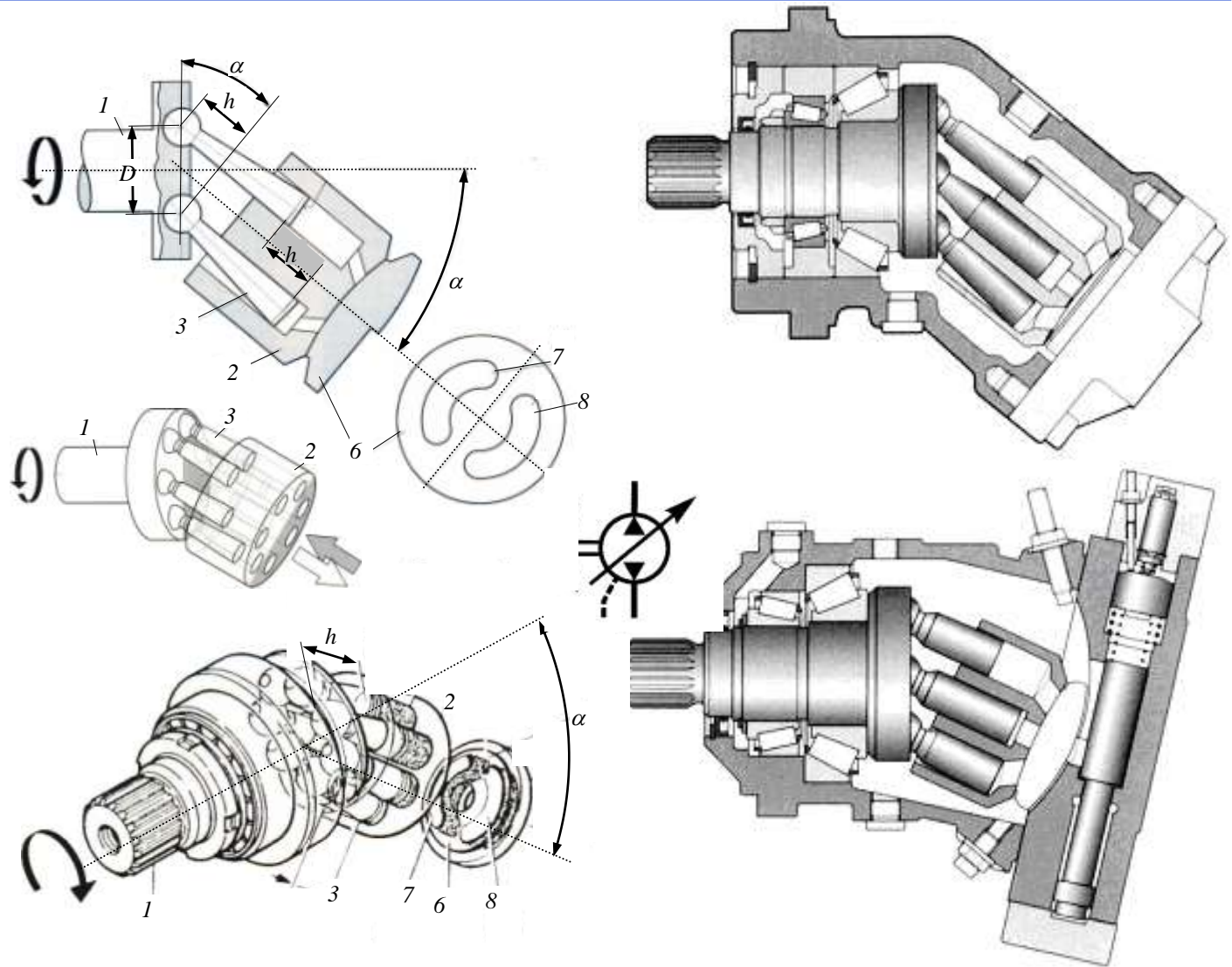
$$q_p = z \cdot A \cdot h$$

$$q_p = z \cdot A \cdot D \cdot \sin \alpha$$

где је:

A - површина чела клипа,

z - број клипова



Клипно аксијалне пумпе и мотори са заокрећутним блоком - кинематика клипно аксијалне пумпе: 1 - погонско вратило; 2 - цилиндарски блок; 3 - клип; 6 - разводна плоча; 7 - потисни канал разводне плоче; 8 - усисни канал разводне плоче.

Регулација
хидропумпи
 по критеријуму
константне снаге:

$$N_{en} = N_h = const$$

хидропумпа: $q_p = z \cdot A \cdot D \cdot \sin \alpha \neq const$

$$Q_p = \frac{q_p \cdot n_p}{1000} \eta_{pv} = \frac{z \cdot A \cdot D \sin \alpha \cdot n_{en}}{1000} \eta_{pv} = K_r \cdot \sin \cdot \alpha$$

$$N_{en} = N_p = N_h = \frac{Q_p \cdot p}{60 \cdot \eta_{pu}} = const$$

$$Q_p = \frac{60 \cdot \eta_{pu} \cdot N_{en}}{p} = \frac{K_e}{p} = K_r \cdot \sin \cdot \alpha = f(\alpha)$$

дизел мотор:

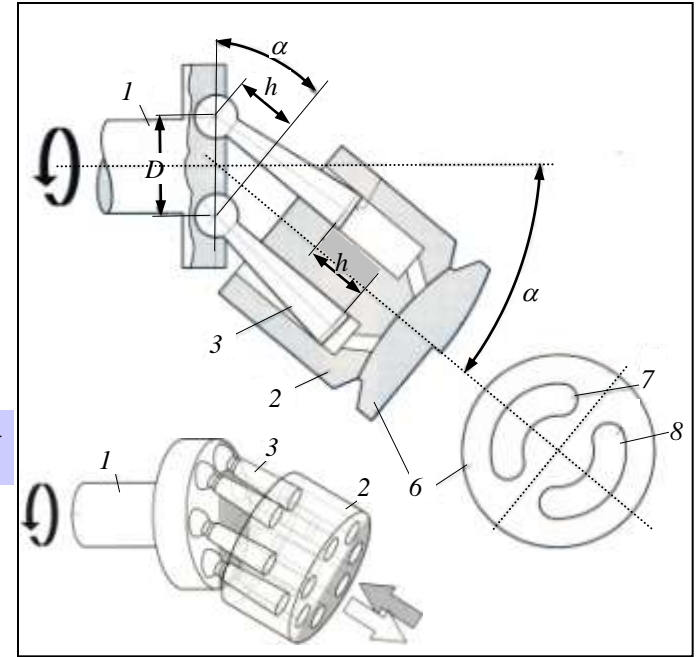
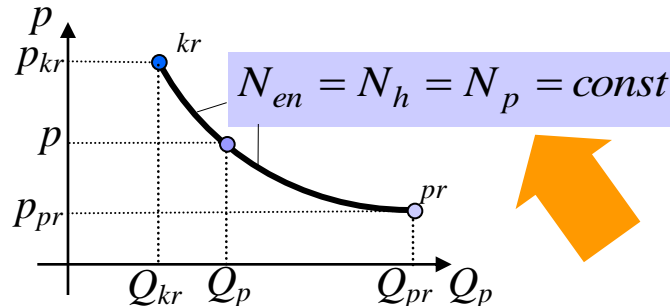
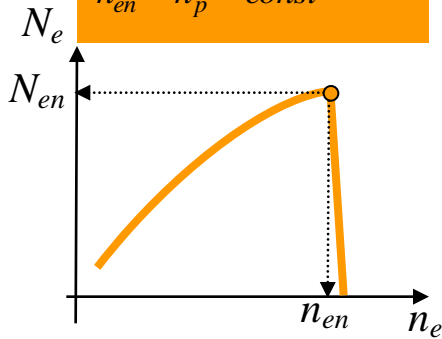
$$N_e = N_h = N_p$$

$$n_e = n_p$$

циљ:

$$N_{en} = N_h = const$$

$$n_{en} = n_p = const$$



Појединачна регулација хидропумпи

по критеријуму **константне снаге** регулатор хидропумпе у облику **двокраке полуге**

$$F_h \cdot s = F_o \cdot a = const$$

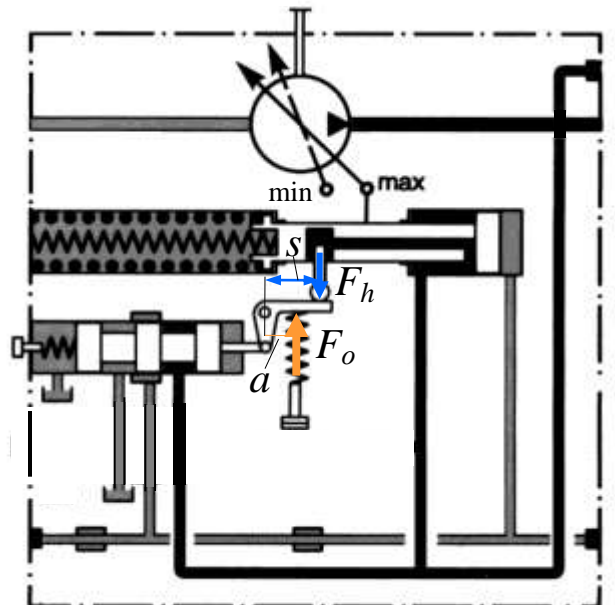
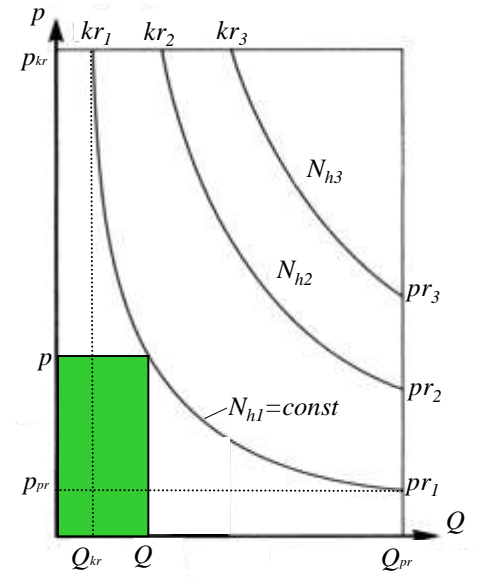
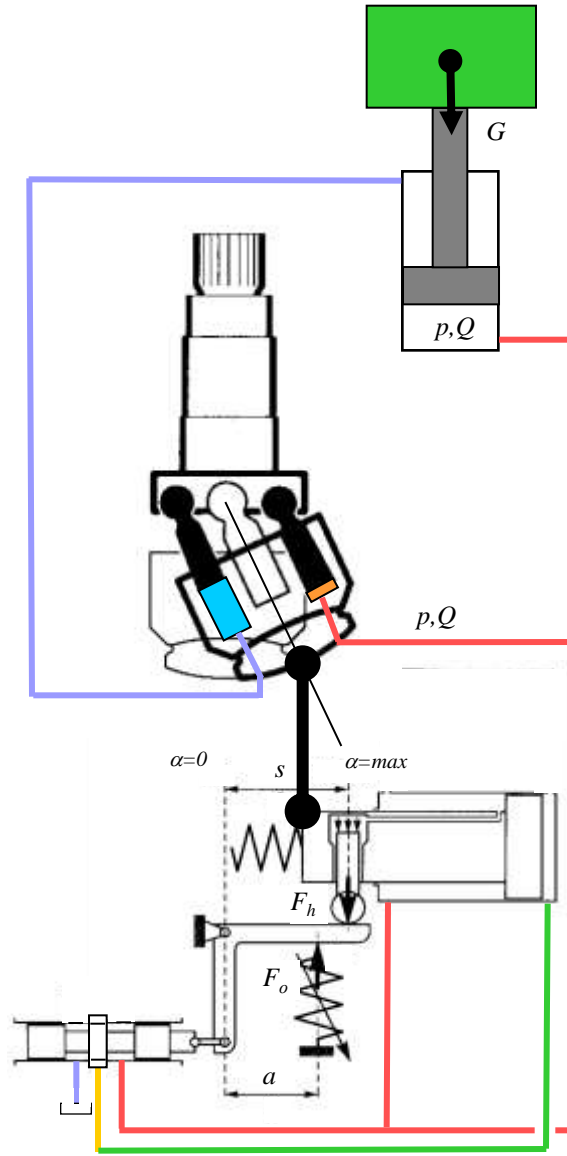
$$s = \frac{a F_o}{F_h}$$

$$F_h = p A_k$$

$$s = \frac{a F_o}{A_k} \cdot \frac{1}{p} = \frac{K}{p}$$

$$q_p = f(s) = f\left(\frac{K}{p}\right)$$

$K - const$



Појединачна регулација хидропумпи

по критеријуму
константне снаге
регулатор хидропумпе
у облику двокраке полуке

$$F_h \cdot s = F_o \cdot a = const$$

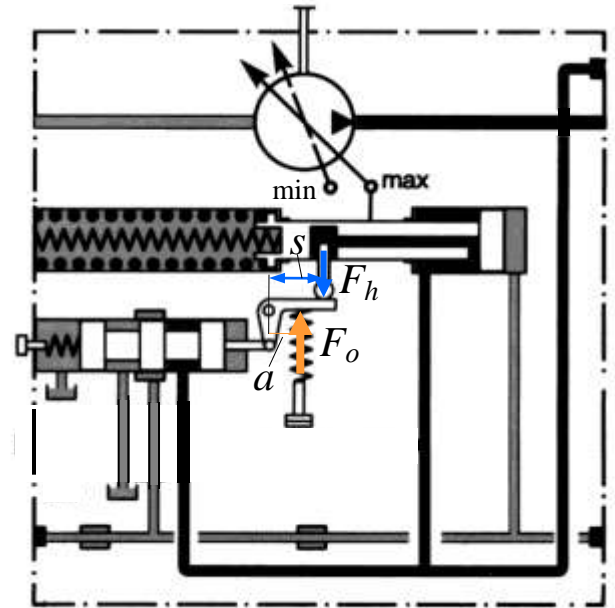
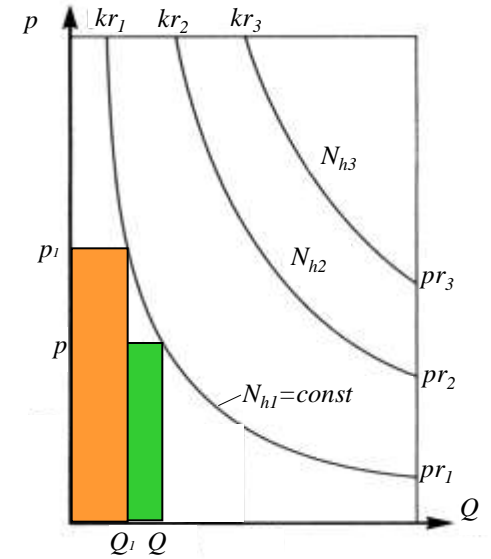
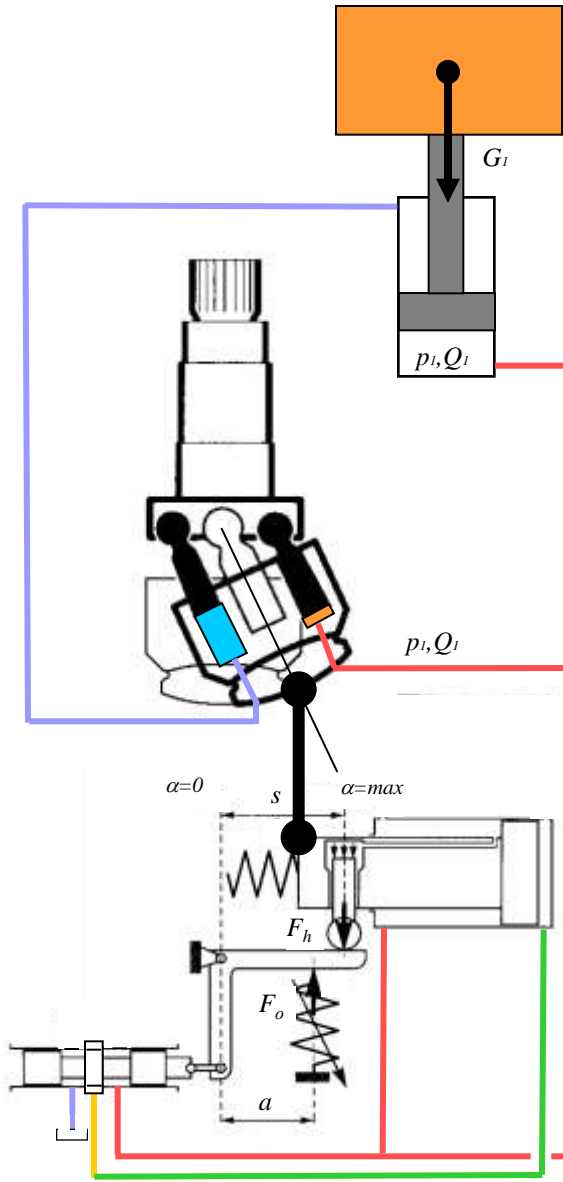
$$s = \frac{a F_o}{F_h}$$

$$F_h = p A_k$$

$$s = \frac{a F_o}{A_k} \cdot \frac{1}{p} = \frac{K}{p}$$

$$q_p = f(s) = f\left(\frac{K}{p}\right)$$

$K - const$



Појединачна регулација хидропумпи

по критеријуму **константне снаге** регулатор хидропумпе у облику двокраке полуке

$$F_h \cdot s = F_o \cdot a = const$$

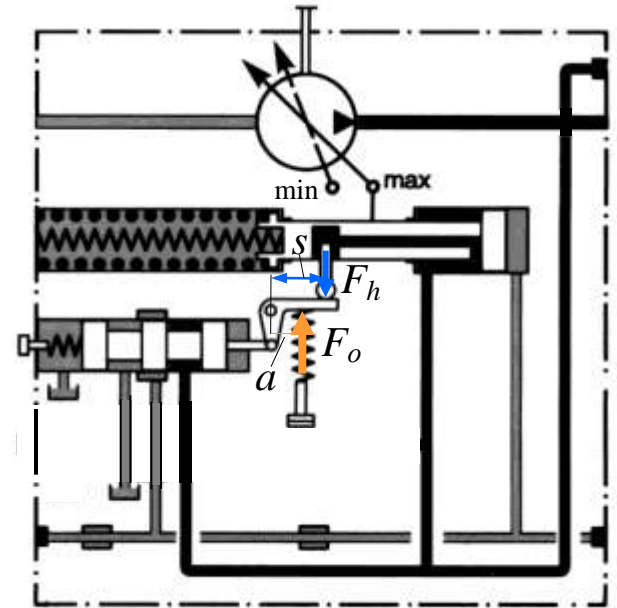
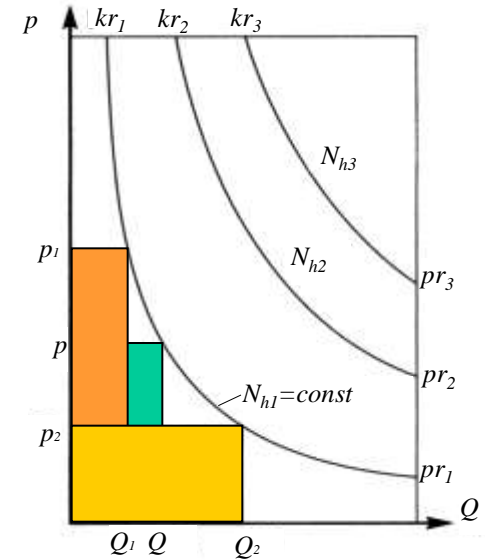
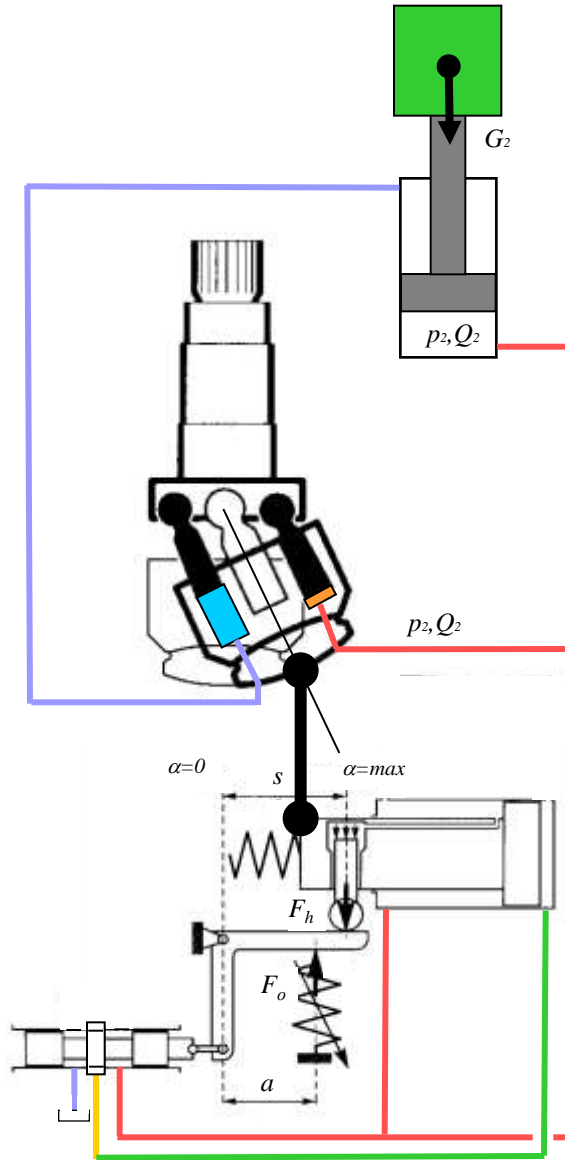
$$s = \frac{a F_o}{F_h}$$

$$F_h = p A_k$$

$$s = \frac{a F_o}{A_k} \cdot \frac{1}{p} = \frac{K}{p}$$

$$q_p = f(s) = f\left(\frac{K}{p}\right)$$

$K - const$



Појединачна регулација хидропумпи

по критеријуму **константне снаге** регулатор хидропумпе у облику двокраке полуке

$$F_h \cdot s = F_o \cdot a = const$$

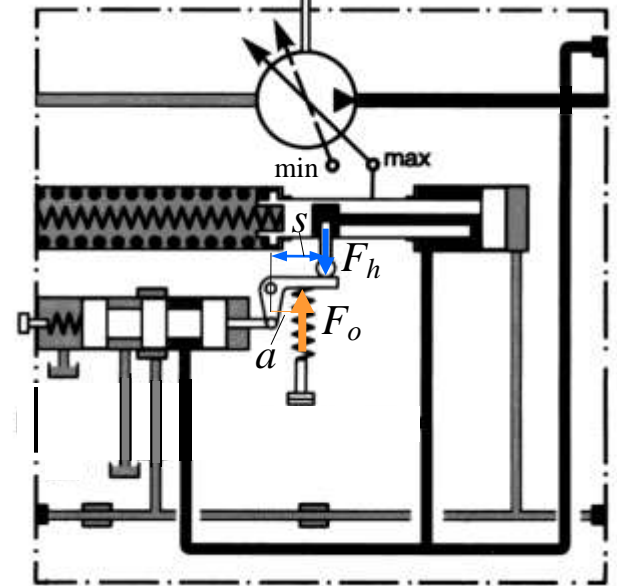
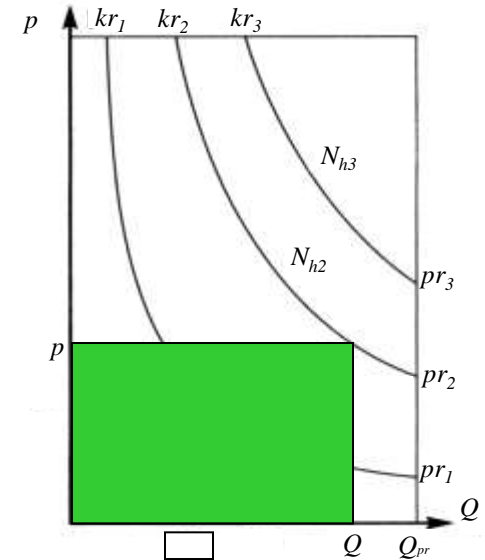
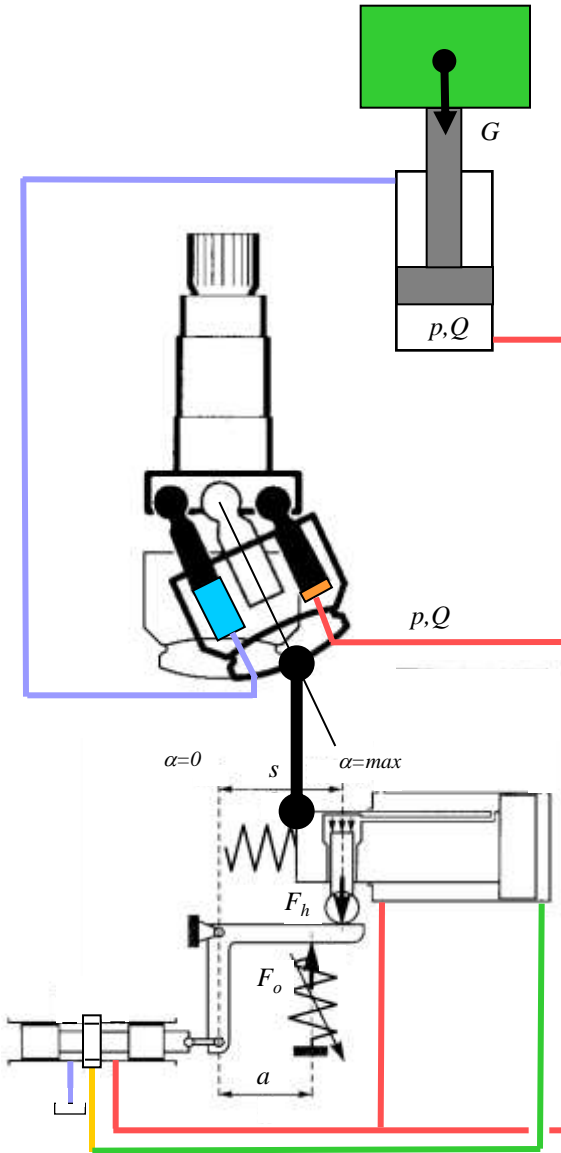
$$s = \frac{a F_o}{F_h}$$

$$F_h = p A_k$$

$$s = \frac{a F_o}{A_k} \cdot \frac{1}{p} = \frac{K}{p}$$

$$q_p = f(s) = f\left(\frac{K}{p}\right)$$

$K - const$



Појединачна регулација хидропумпи

по критеријуму **константне снаге** регулатор хидропумпе у облику двокраке полуке

$$F_h \cdot s = F_o \cdot a = const$$

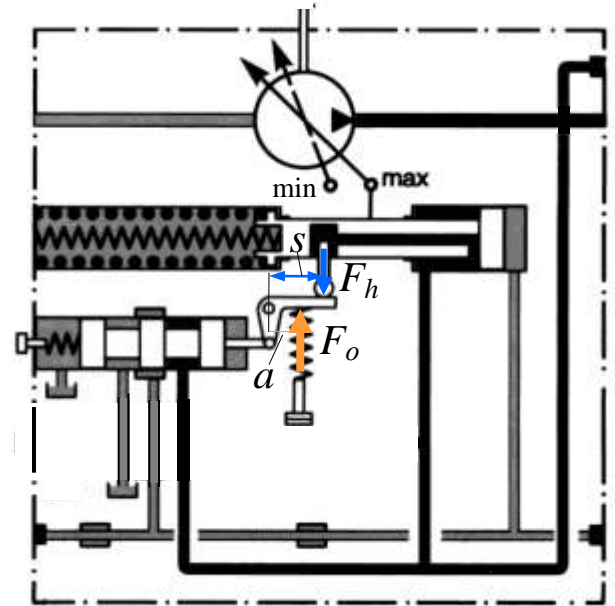
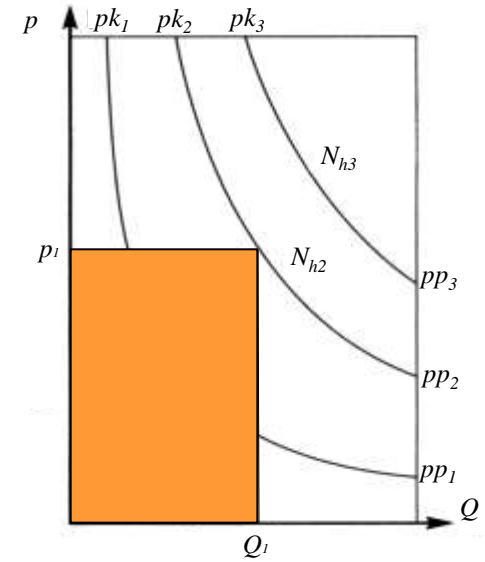
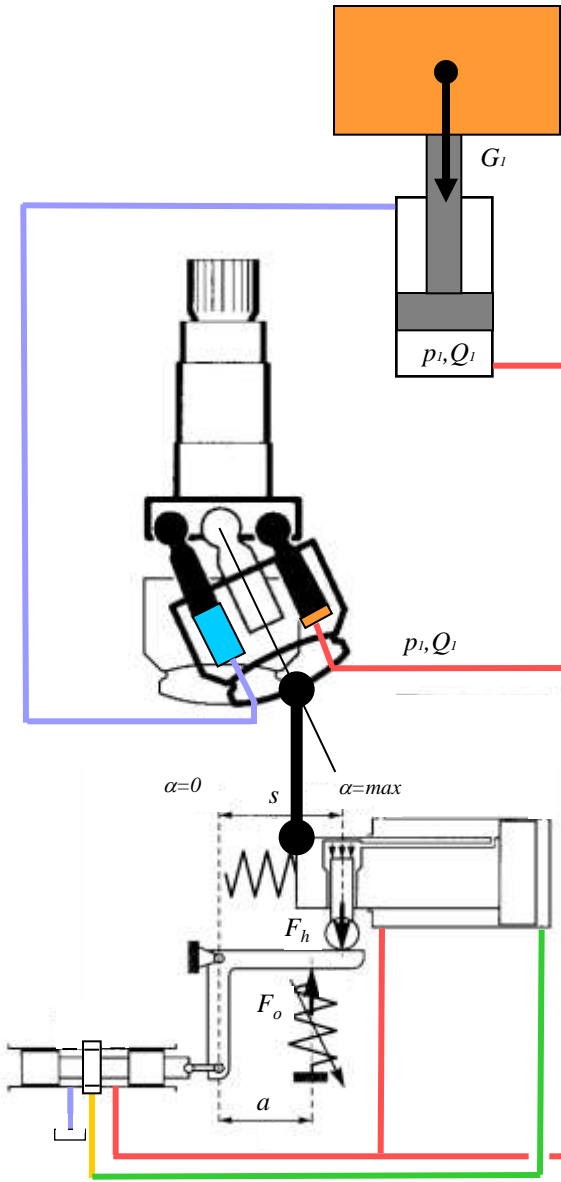
$$s = \frac{a F_o}{F_h}$$

$$F_h = p A_k$$

$$s = \frac{a F_o}{A_k} \cdot \frac{1}{p} = \frac{K}{p}$$

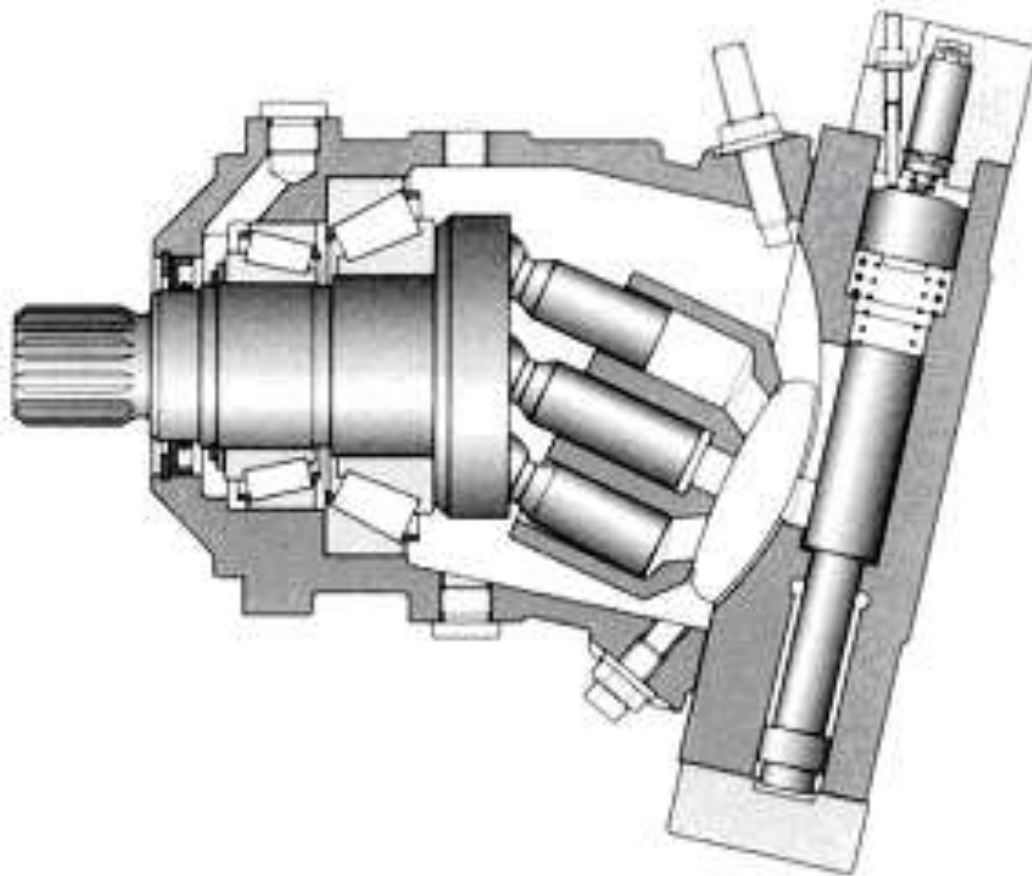
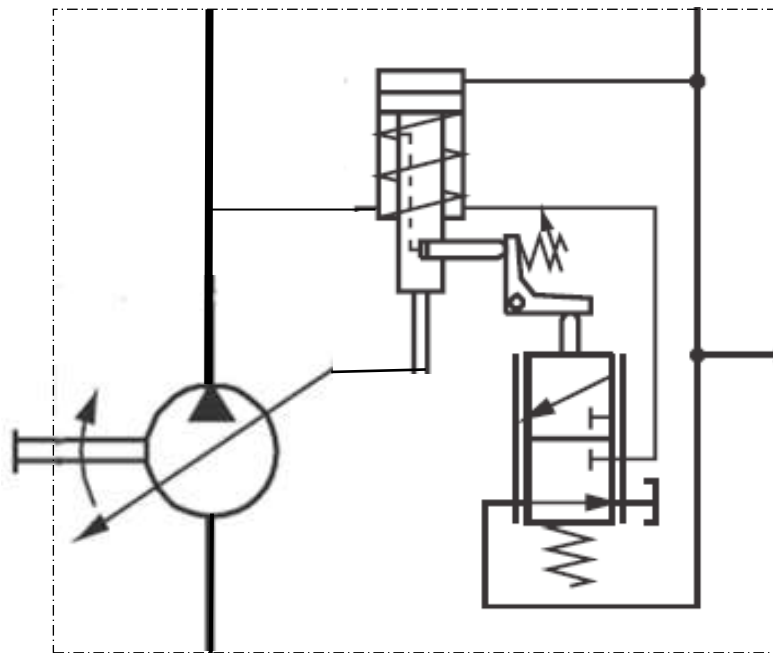
$$q_p = f(s) = f\left(\frac{K}{p}\right)$$

$K - const$

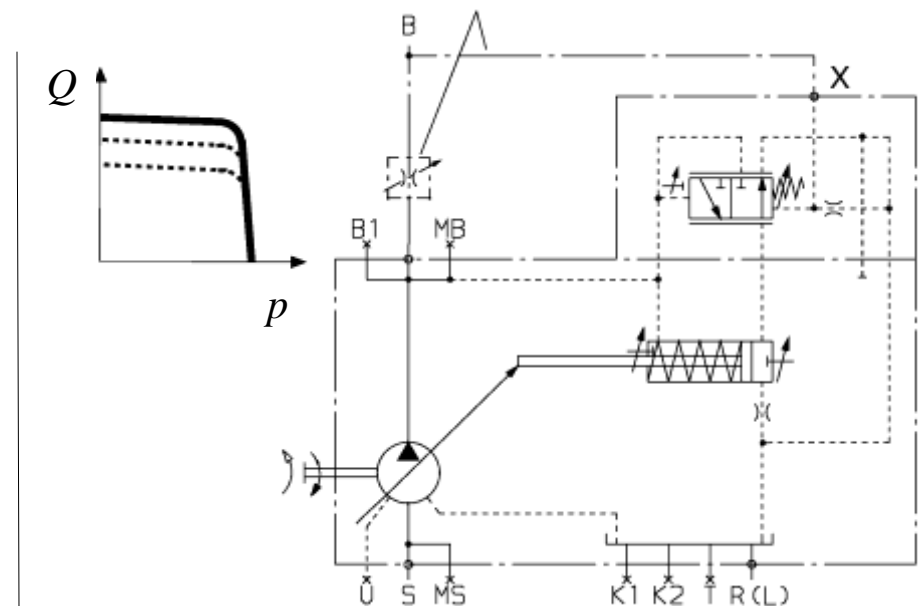
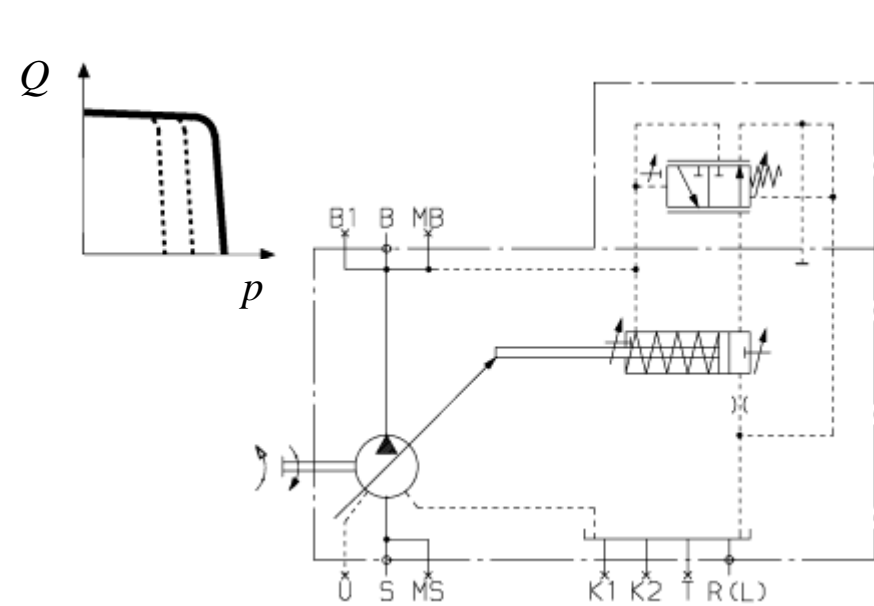


Појединачна регулација хидропумпе

симбол хидропумпе



Регулација хидропумпи



Регулација хидропумпи

