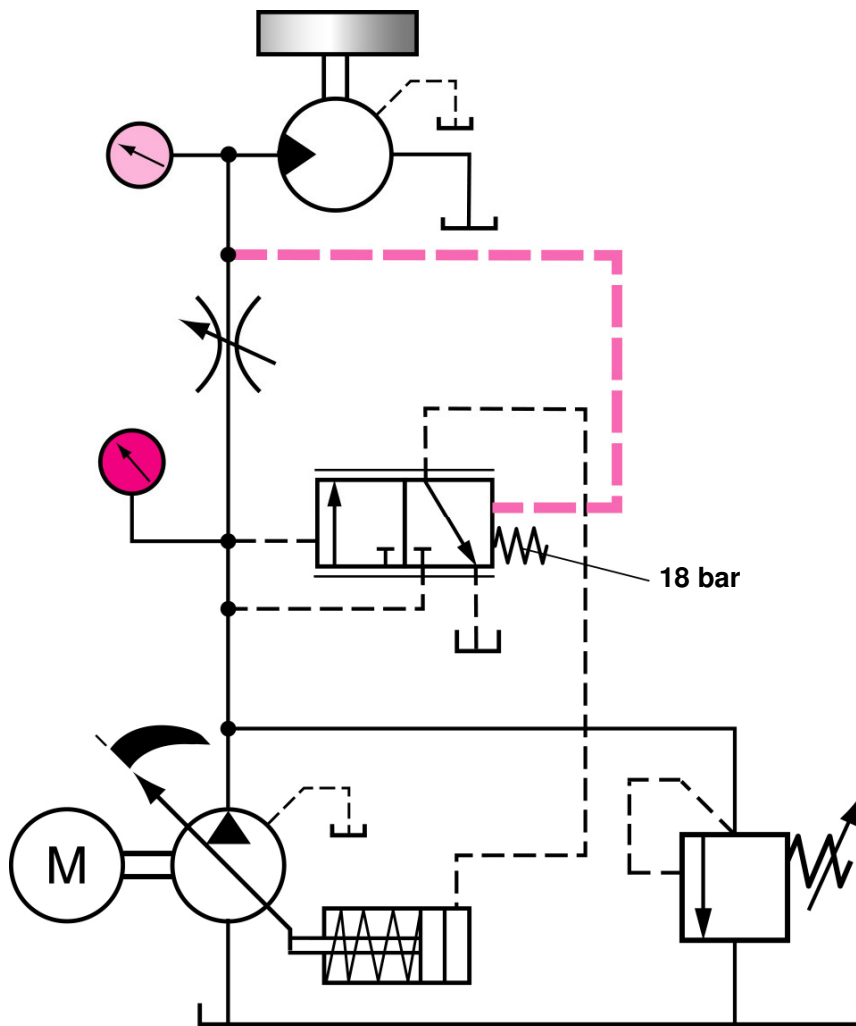


LOAD SENSING

Ing. R. van den Brink



Load Sensing

Een regeling waarbij de pomp automatisch levert wat er door de verbruiker(s) wordt gevraagd, is het zogenaamde Load-Sensing systeem (LS-systeem). Load-Sensing betekent letterlijk: 'het aftasten van de belasting' en dat is ook wat er gebeurt. De lastdruk wordt gemeten en de pomp levert de gevraagde volumestroom tegen een druk die circa 15 bar hoger ligt dan die van de (zwaarst belaste) verbruiker. Daardoor blijft het energieverlies beperkt en de warmte-ontwikkeling navenant laag.

Deze zeer economische regeling wordt met name in de mobiele hydrauliek (grondverzetmachines, kranen etc.) steeds meer toegepast in combinatie met de proportioneel-hydrauliek.

Afbeelding 1 geeft een voorbeeld van een compleet systeem met LS-regeling.

Hydromotor (15) en cilinder (16) worden elk bediend door een proportionele 5/3-schuif. Via in de schuif aangebrachte kanalen wordt bij het bedienen van een schuif, bijvoorbeeld schuif (13), de lastdruk in het 'P-kanaal' aan verbruikerszijde gemeten. Deze lastdruk wordt via de wisselkleppen (10/11) naar de LS-regelschuif (5) gevoerd.

Via de LS-regelschuif (5) wordt de stand van verstelcilinder (3) beïnvloed. Deze cilinder bepaalt de stand van de slagplaat of slagring van pomp (2) en daarmee het slagvolume van de pomp. De veer drukt de pomp in de richting van maximaal slagvolume.

LS-schuif (5) regelt het slagvolume van pomp (2) af op een waarde die overeenkomt met de volumestroombehoefte van de verbruiker. Deze behoefte wordt bepaald door de mate waarin de stuurschuiven (12/13) worden aangestuurd.

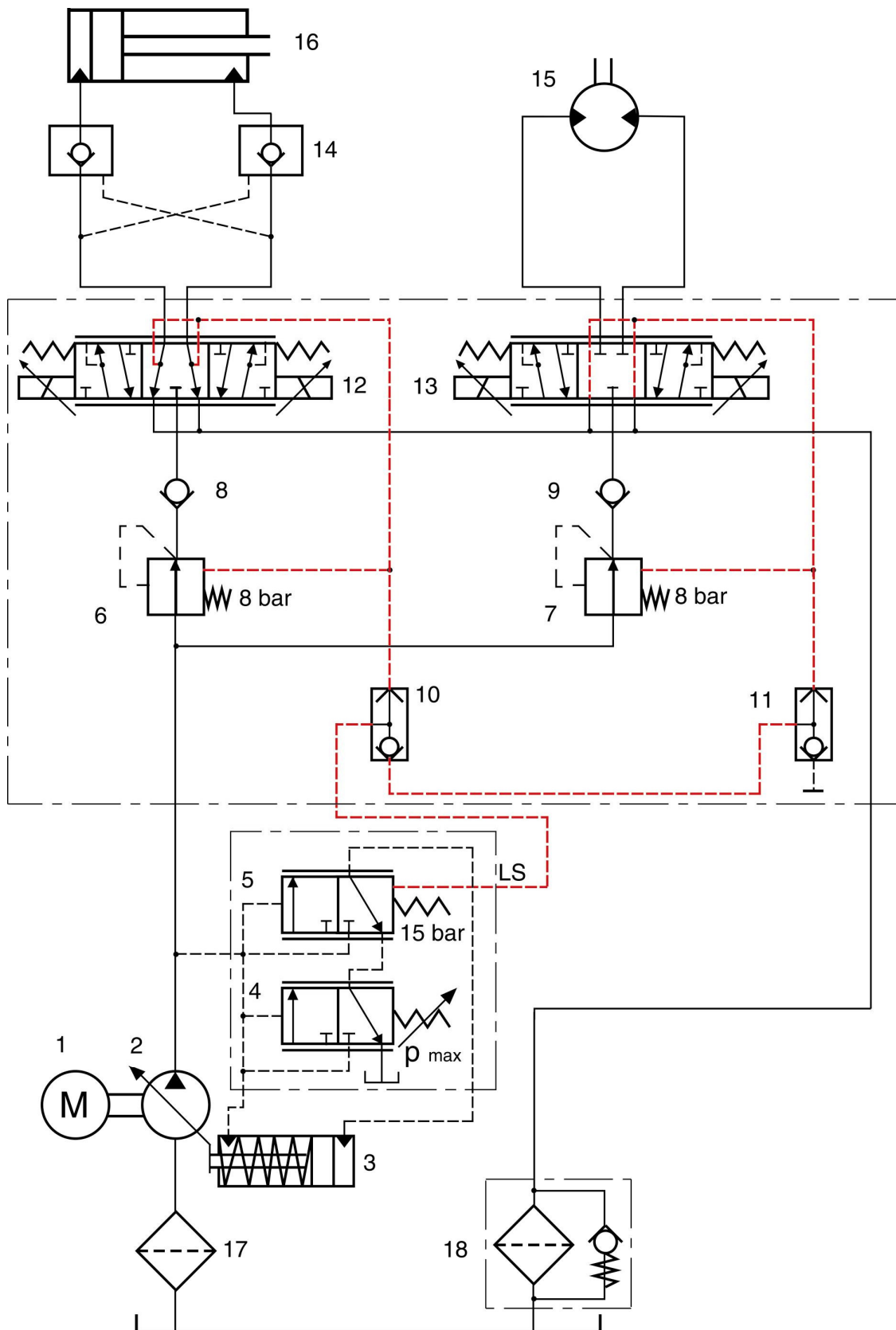
Worden beide schuiven bediend dan komt via de wisselklep de hoogste van de twee lastdrukken op de LS-regelschuif (5) te staan.

De LS-schuif vindt evenwicht als de pompdruk 1,5 MPa (15 bar) hoger is dan de gemeten lastdruk (LS). Bedraagt de lastdruk bijvoorbeeld 12 MPa (120 bar) dan wordt evenwicht bereikt bij een pompdruk van $12 \text{ MPa} + 1,5 \text{ MPa} = 13,5 \text{ MPa}$ (135 bar).

De drukregelaars (6) en (7), de zogenaamde lastdruk-compensatoren, zorgen er voor dat de drukval Δp over de stuurschuiven constant blijft ($0,8 \text{ MPa} = 8 \text{ bar}$) zodat de volumestroom naar de hydromotoren onafhankelijk is van de belasting en/of pompdruk. De volumestroom hangt dan slechts af van de mate waarin de schuiven worden bediend (=proportioneel met het elektrisch stuursignaal of de afstand waarover de bedieningshendel wordt verschoven). Bij 10% stuursignaal op de stuurschuif laat deze dan bijvoorbeeld 10 l/min door, bij 20% stuursignaal 20 l/min enz.

De terugslagkleppen (8) en (9) verhinderen het ongewenst terugstromen van olie van verbruikerszijde naar pompzijde.





Afb.1

1 elektromotor	10 wisselklep
2 regelbare pomp	11 wisselklep
3 verstelcilinder	12 5/3-proportionaalschuif
4 regelschuif p_{\max}	13 5/3-proportionaalschuif
5 LS-regelschuif	14 gestuurde terugslagkleppen
6 lastdrukcompensator	15 hydromotor
7 lastdrukcompensator	16 cilinder
8 terugslagklep	17 zuigfilter
9 terugslagklep	18 retourfilter

Werking: (afbeelding 1)

- a) **Elektromotor draait NIET en alle schuiven in ruststand:**
Er wordt in het systeem geen druk opgebouwd; de veer in de verstelcilinder (3) drukt de pomp op maximum opbrengst;
- b) **Elektromotor draait WEL en alle schuiven in ruststand (de druk die via de LS-leiding wordt 'teruggemeld' bedraagt 0 MPa):**
De pomp begint olie te leveren. Daar deze olie 'nergens' heen kan wordt er druk opgebouwd. Bij een druk van 1,5 MPa (15 bar) wordt LS-schuif (5) bediend en wordt verstelcilinder (3) zolang 'uitgestuurd' totdat het slagvolume **vrijwel** tot nul is teruggebracht. De pomp vult slechts de inwendige en uitwendige lekverliezen aan tegen een druk, de zogenaamde 'stand-by druk', van 1,5 MPa (15 bar).
- c) **Stuurschuif (12) wordt voor 50 % bediend:**
De lastdrukcompensator (6) houdt de drukval Δp over de stuurschuif (12) constant, bijvoorbeeld op 0,5 MPa (5 bar). De volumestroom q_v door de schuif is dan ook slechts afhankelijk van de schuifdoorlaat A welke wordt bepaald door de grootte van het stuursignaal op de bedieningsspoel. Neemt de belasting toe of af dan neemt de pompdruk evenredig toe respectievelijk af. Het 'drukevenwicht' op en daarmee de positie van de LS-regelschuif (5) verandert niet; de volumestroom blijft constant (bij 50% aansturing in ons voorbeeld 50 l/min).
- d) **Het stuursignaal op stuurschuif 12 wordt vergroot van 50% naar 75%:**
Wordt stuurschuif (12) vervolgens voor 75% aangestuurd (de doorlaat A wordt vergroot) dan zal in eerste instantie de drukval Δp over de schuif afnemen. De olie ondervindt vanuit de pomp gezien minder weerstand waardoor de pompdruk daalt. Het evenwicht op LS-regelschuif (5) raakt verstoord: links de verlaagde pompdruk, rechts de niet veranderde lastdruk en 1,5 MPa (15 bar) veerdruk. LS-regelschuif (5) beweegt naar links waardoor verstelcilinder (3) deels kan 'leeglopen' met gevolg dat het pompslagvolume wordt vergroot en daarmee de volumestroom toeneemt. Daardoor neemt de drukval Δp over de schuif weer toe totdat de oorspronkelijke waarde van 0,5 MPa (5 bar) wordt bereikt. Er ontstaat dan voor de LS-schuif een nieuwe evenwichtssituatie; bij 75% aansturing is dat bij een q_v van 75 l/min.



- e) **Het stuursignaal op stuurschuif 12 wordt verkleind van 75% naar 25%:**
Wordt stuurschuif (12) vervolgens voor 25% aangestuurd (de doorlaat A wordt verkleind) dan zal in eerste instantie de drukval Δp over de schuif toenemen. De olie ondervindt vanuit de pomp gezien meer weerstand waardoor de pompdruk toeneemt. Het evenwicht op LS-regelschuif (5) raakt verstoord: links de verhoogde pompdruk, rechts de niet veranderde lastdruk en 1,5 MPa (15 bar) veerdruk. LS-regelschuif (5) beweegt naar rechts waardoor verstelcilinder (3) kan worden 'volgepompt' met gevolg dat het pompslagvolume wordt verkleind en daarmee de volumestroom afneemt. Daardoor neemt de drukval Δp over de schuif weer af totdat de oorspronkelijke waarde van 0,5 MPa (5 bar) wordt bereikt. Er ontstaat dan voor de LS-schuif een nieuwe evenwichtssituatie; bij 25% aansturing is dat bij een q_v van 25 l/min.
- f) **Bereiken van de maximaal toelaatbare systeemdruk:**
Regelschuif (4) begrenst de systeemdruk p_{max} .
Wordt de lastdruk zo hoog dat de ingestelde veerdruk p_{max} wordt overwonnen dan wordt de regelschuif (4) bediend en wordt verstelcilinder (3) 'volgepompt' totdat het slagvolume vrijwel is teruggebracht tot nul en de pomp slechts zijn inwendige lekverliezen compenseert tegen een druk van p_{max} .
- g) **Schuif (12) en (13) gelijktijdig bediend:**
Worden beide schuiven bediend dan komt de hoogste lastdruk via de wisselkleppen (10/11) op de LS-aansluiting te staan. De pomp levert dan de totaal benodigde volumestroom tegen de hoogste lastdruk. De lastdrukcompansator van de laagst belaste verbruiker compenseert dan de 'te hoge' pompdruk, hetgeen uiteraard met de benodigde warmte-ontwikkeling gepaard gaat.