

Statisk design av hydrauliske system

Øyvind Haave
oyvind@haave.no

Dette kapitlet skisserer en grunnleggende fremgangsmåte for å kunne komme fram til et hydraulikksystem som er i stand til å løse en bestemt oppgave.

Dette kapitlet er i hovedsak en oversettelse av Appendix 1 i Peter Dransfield's bok; "*Hydraulic Control System Dynamics - bond graph modelling and digital simulation*" [1996, side 217-220].

Mange bøker gir informasjon og beskriver teknikker for konstruksjon av hydrauliske systemer. Noen er inkludert i referanselista bakerst. Konstruktøren trenger sjelden å konstruere en hovedkomponent. Oppgaven er å komme fram til en strategi egnet for den spesielle anvendelsen, å representere denne strategien på et kretsskjema, og å velge komponenter for dette systemet fra et vidt spekter av kommersielle komponenter tilgjengelige som hyllevare.

Punkter å ta hensyn til

EVALUERING AV OPPGAVEN SOM SKAL UTFØRES

- type, størrelse, masse, form av last(er) som skal drives
- nødvendige bevegelser; type, størrelse, hastighet, frekvens for endringer og retur
- lokalisering av oppgaven; fabrikk, felt, flybåren, havneområde, mobil etc.
- arbeidsmiljø; forurensingsnivå, fuktighet, temperatur, støynivå, plassbegrensing

OPERASJONSMÅTE OG STYRING

- manuell eller automatisk styring
- kontinuerlig eller avbrutt operasjon
- hvor mye full effekt operasjon

SIKKERHETSKRAV

- beskyttelse av operatører og andre
- beskyttelse av systemet

En mulig prosedyre

- nærtliggende maskiner eller utstyr
- PÅLITELIGHET**
- systemets levetid
 - sannsynlige vedlikeholds krav
 - tilgjengelighet til systemer
 - komfort for vedlikehold
 - tilgjengelig vedlikeholdsekspertise og utstyr
 - operatørdyktighet
- SYSTEMKOSTNAD**
- kapitalkostnader
 - operasjonskostnader
 - vedlikeholdskostnader
- ANDRE FAKTORER**
- vil operasjonsstøy bli et problem?
 - har kunden noen spesielle krav?
planløsning, foretrukket leverandør av komponenter, kompatibilitet med eksisterende system, etc.
 - størrelse, plassbehov, masse eller løsningsbegrensinger

En mulig prosedyre

1. Etablør funksjonene, bevegelsene og sykluser som kreves av systemet
2. Foreslå et hydraulisk kretsdiagram for systemet som bare viser hovedkomponenter (sylindre, styreventiler, pumper). Dette diagrammet utgjør en designstrategi.
3. Ta hensyn til grunnleggende begrensinger for systemet, f.eks. maksimalt systemtrykk, pumpens driftshastighet.
4. Spesifiser maksimale slaglengder som kreves av lineære aktuatorer (sylindre) og/eller maksimal hastighet som kreves av roterende aktuatorer (motorer)
5. Fastsett den maksimale kraften eller momentet som kreves av hver aktuator, ta hensyn til tregheter, friksjon og eksterne krefter eller momenter som systemet forventes å overvinne
6. Bestem tilnærmede aktuatorstørrelser på grunnlag av
 - nødvendig aktuatorstempelareal = maksimal nødvendig kraft/maksimalt systemtrykk $A = \frac{F_{max}}{p_{max}}$
 - volumetrisk fortrenningsvolum for motor = maksimalt nødvendig moment/maksimalt systemtrykk $D_m = \frac{T_{max}}{p_{max}}$
7. Bestem maksimum nødvendig volumstrøm for hver aktuator på grunnlag av

- nødvendig volumstrøm = stempelareal x maksimal nødvendig stempelhastighet $q_V = A \cdot v_{max}$
 - nødvendig volumstrøm = volumetrisk fortrenningsvolum per radian x maksimal nødvendig vinkelhastighet $q_V = D_m \cdot \omega_{max}$
8. Bestem tilnærmede krav for hovedstyringsventilen(e) på grunnlag av
 - maksimal nødvendig volumstrøm til aktuatoren(e) som forsynes av hver ventil
 - maksimalt tillatt systemtrykk
 - nødvendig styreform, f.eks. manuell, elektrisk, lukket senter etc.
 9. Bestem tilnærmet volumstrøm fra pumpe på grunnlag av
 - antall aktuatorer som skal kjøres samtidig
 - nødvendig maksimal volumstrøm til aktuatorene
 - den maksimale volumstrømskombinasjonen
 - ta hensyn til intern lekkasje i sylindere, motorer og styreventiler
 10. Velg kommersielle aktuatorer og styreventiler. Finn tilsvarende tilnærmet volumstrøm fra pumpe.
 11. Velg en kommersiell pumpe ved å ta hensyn til
 - driftshastighet for pumpe
 - maksimal nødvendig volumstrøm fra pumpe
 - maksimalt tillatt trykk i systemet
 - volumetrisk virkningsgrad for pumpen
 - type system og type styring (åpent, lukket, tandemsenter, etc.)
 - valget mellom fast fortrenningsvolum, variabelt fortrenningsvolum, trykkompensering, automatisk effektbegrensing og styringsegenskaper etc.
 - mulig bruk av akkumulator
 12. Bestem en oljefiltreringsstrategi. Velg filtre.
 13. Bestem om tilleggsventiler eller styrekretser er nødvendige, og velg egnede komponenter.
 14. Bestem størrelse for hydraulikkør eller hydraulikkslanger (lengde, indre diameter, styrke)
 15. Oppdatér kretsskjemaet.
 16. Estimér maksimal temperaturstigning i systemoljen på grunn av driften av systemet.
 17. Bestem reservoarstørrelse og om oljekjøling er nødvendig.
 18. Velg primærdrift for pumpen (elektrisk motor, forbrenningsmotor, etc.)
 19. Ta hensyn til trykkfall, indre lekkasjer og til virkelig størrelse og ytelsesdata for de kommersielle komponentene - og utfør finberegninger.
 20. Sjekk at systemet møter funksjons- og ytelseskrav.
 21. Estimér kostnad for systemkomponentene og for bygging av systemet.
 22. Optimér systemet og komponentvalget på grunnlag av
 - minimal kostnad
 - tilstrekkelig ytelse
 - minimum antall komponenter

23. Slutfør design, komponentvalg og kostnadsestimat.

Prosedyren som er skissert krever bruk av statiske forhold eller likevektsbetraktninger og data fra komponentprodusent/leverandør.

Det er ingen sikkerhet med hensyn til virkelig dynamisk respons og ytelse av det foreslåtte systemet. Dynamisk analyse burde starte etter trinn 11.

Referanser

- [1] **Peter Dransfield**, 1996, "*Hydraulic Control System Dynamics: Bond Graph Modelling and Digital Simulation*", Monash University, Australia. 230 pages, -, in English
- [2] **W. Backè & H. Murrenhoff** 1994, "*Umdruck zur Vorlesung: Grundlagen der Ölhydraulik*", Institut für hydraulische und pneumatische Antriebe und Steuerungen Der RWTH Aachen, Aachen, Germany. 320 pages, ca. 20 DM, in German
- [3] **Arne Kjølle**, 1995, "*Oljehydraulikk*", Tapir Forlag, Trondheim, Norway. ISBN 82-519-1197-4
470 pages, 395 NOK, in Norwegian, NTNU Library
- [4] **Michael J. Pinches & John G. Ashby**, 1989, "*Power Hydraulics*", Prentice Hall, London, England. ISBN 0-13-687443-6
400 pages, 58 USD, in English, NTNU Library
- [5] **Peter Winfeld Rasmussen** (editor), 1996, "*Hydraulik Ståbi*", Teknisk Forlag A/S, København, Danmark. ISBN 87-571-1325-4
560 pages, 620 NOK, in Danish, NTNU Library
- [6] EngineeringLiterature, 2000, www.engineeringliterature.com. Litteratur for hydraulikk og pneumatikk.