

Aufgabe - Hydraulische Netze

Gegeben ist die nachfolgend dargestellte Schaltung zur Vorlauftemperaturregelung (Beimischschaltung) beim Anschluß an ein Primärnetz. Zwischen C und D wird durch einen nicht dargestellten Differenzdruckregler der Differenzdruck auf einen festen Wert geregelt. Die Druckverluste der Rohrleitungsteile C-A und D-B können vernachlässigt werden. Die Einzelkennlinien für die Ersatzschaltung PE1 gehen aus dem beigefügten Diagramm hervor.

a)

Stellen Sie die dem Diagramm zugrundeliegende Verschaltungstabelle auf und ergänzen Sie die Tabelle um die Elemente RV und DDR (idealer Differenzdruckregler ohne P-Abweichung)

b)

Wie groß ist für den Auslegungsfall: Primär- = Sekundärvorlauftemperatur der Auslegungsvolumenstrom durch Regelventil und Verbraucher? HILFE: Wird im Auslegungsfall der Kurzschluß durchströmt?

c)

Bestimmen Sie rechnerisch den k_{VS} -Wert und die Ventilautorität des RV, wenn der Differenzdruckregler konstant 0,25 bar regelt?

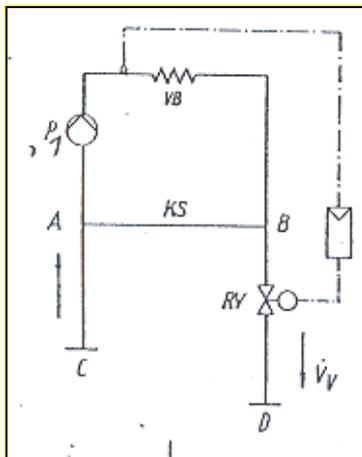
d)

Welche Werte haben der Verbraucher- und der Kurzschlußvolumenstrom, wenn nach dem Δp -V-Diagramm der dargestellte Volumenstrom V_1 in die Schaltung PE1 hineinfließt? Welchen Hub in % hat dann das lineare Regelventil ($H/H_{100} = k_v/k_{VS}$). Wie groß ist die max. mögliche Schwankungsbreite des Verbrauchervolumenstroms? Wie könnte sie zu Null gemacht werden?

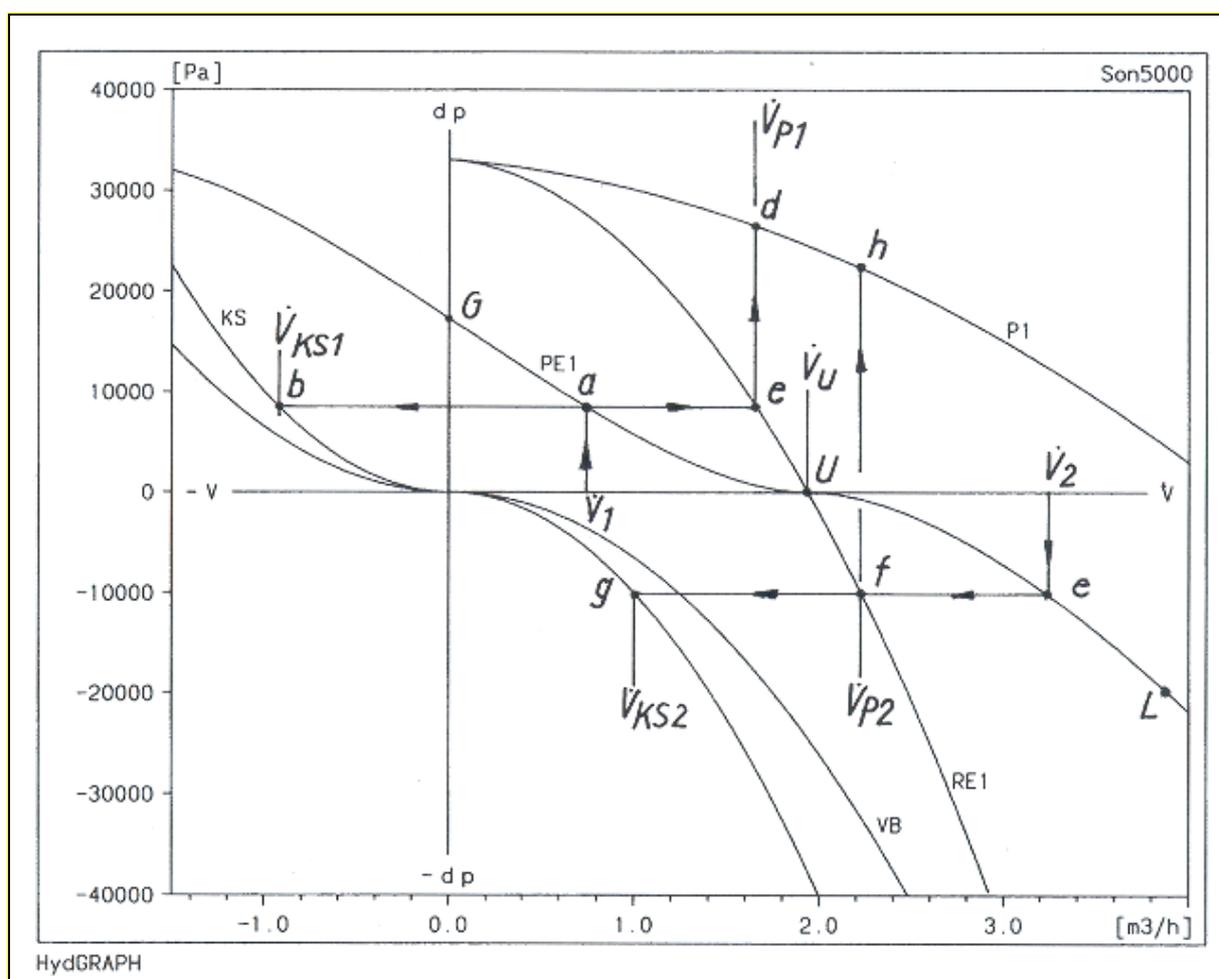
e)

Welchen k_{VS} -Wert müßte ein anderes voll geöffnetes Regelventil aufweisen, damit bei gleichem konstant geregeltem Differenzdruck von 0,25 bar der im Diagramm dargestellte Volumenstrom V_2 in die Schaltung PE1 hineinfließt? Wie wird jetzt der Kurzschluß durchflossen?

Schaltbild:



$\Delta p, \dot{V}$ -Diagramm:



a)

Zeichenschritt	1. Element	2. Element	Verschaltung	Ersatzelement
1	P1	VB	R	RE1
2	RE1	KS	P	PE1
3	PE1	RV	R	RE2
4	RE2	DDR	R	E

b)

2 m³/h bei Punkt U

c)

$$k_{vA} = k_{vS} = \dot{V}_A \cdot \sqrt{\frac{1\text{bar}}{\Delta p_{v100}}} = 2,5\text{m}^3/\text{h} \cdot \sqrt{\frac{1\text{bar}}{0,25\text{bar}}} = 4\text{m}^3/\text{h}$$

$$a_v = \frac{\Delta p_{v100}}{\Delta p_{DDR}} = \frac{0,25\text{bar}}{0,25\text{bar}} = 1$$

d)

Kurzschluss: $\dot{V}_{KS1} = -0,95\text{m}^3/\text{h}$

Pumpe/ Verbraucher: $\dot{V}_{p1} = 1,7\text{m}^3/\text{h}$

Volumenstrom durch das Regelventil:

$$\dot{V}_1 = 0,75\text{m}^3/\text{h}$$

Druckabfall über das Regelventil:

$$\Delta p_v = \Delta p_{DDR} + \Delta p_{PE1} = 0,25\text{bar} + 0,085\text{bar} = 0,335\text{bar}$$

neuer k_v-Wert für das Regelventil:

$$k_v = \dot{V}_1 \cdot \sqrt{\frac{1\text{bar}}{\Delta p_{v100}}} = 0,75\text{m}^3/\text{h} \cdot \sqrt{\frac{1\text{bar}}{0,335\text{bar}}} = 1,3\text{m}^3/\text{h}$$

Hubstellung für diesen Betriebsfall:

$$H = H_{100} \cdot \frac{k_v}{k_{vS}} = 100\% \cdot \frac{1,3}{4} = 32,5\%$$

maximale Durchströmung bei U:

$$\dot{V}_{\max} = \dot{V}_U = \dot{V}_A = 2\text{m}^3/\text{h}$$

minimale Durchströmung bei einfacher Reihenschaltung von P1, VB und KS

$$\dot{V}_{\min} = \dot{V}_G = 1,4\text{m}^3/\text{h}$$

Volumenstromschwankung bezogen auf den Auslegungsfall:

$$\Delta \dot{V}\% = \frac{\dot{V}_{\max} - \dot{V}_{\min}}{\dot{V}_{\max}} \cdot 100\% = \frac{0,6}{2} \cdot 100\% = 30\%$$

Fazit: der volumenstromkonstante Teil hat ebenfalls einen schwankenden Volumenstrom!

Abhilfe: keine Schwankungen, wenn kein Druckabfall im Kurzschluss; differenzdruckfreie Verbindung zwischen A und B schaffen (hydraulische Entkopplung)

e)

Volumenstrom in die Schaltung:

$$\dot{V}_2 = 3,25 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Druckabfall über dem neuen RV:

$$\Delta p_v = \Delta p_{\text{DDR}} + \Delta p_{\text{PE1}} = 0,25 \text{ bar} + (-0,1 \text{ bar}) = 0,15 \text{ bar}$$

neuer Auslegungs- k_v -Wert für das RV:

$$k_{vA,\text{neu}} = \dot{V}_2 \cdot \sqrt{\frac{1 \text{ bar}}{\Delta p_v}} = 3,25 \text{ m}^3 / \text{h} \cdot \sqrt{\frac{1 \text{ bar}}{0,15 \text{ bar}}} = 8,4 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Volumenstrom durch den Kurzschluss:

$$\dot{V}_{\text{KS}} = 1 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Volumenstrom durch den Verbraucher:

$$\dot{V}_{\text{VB}} = 2,25 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Fazit: der Kurzschluss wird falsch herum durchströmt, das RV ist zu groß ausgelegt.

f) Auf welchen Hub muss das neue RV (ideal linear) schließen, damit Auslegungszustand (U) erreicht wird?

$$H = H_{100} \cdot \frac{k_{vA}}{k_{vA,\text{neu}}} = 100\% \cdot \frac{4}{8,4} = 48\%$$

regelungstechnisch ungünstig, wenn im Auslegungsfall schon eine Schließung des Ventils von über 50 % nötig ist.

g) Was kann man gegen die Fehlströmungen durch den Kurzschluss tun?
Konsequenzen?

- Rückschlagklappen einbauen, dann steigt allerdings der Widerstand des Kurzschlusses, das bedeutet hohe Schwankungen im volumenkonstanten Teil (Verbraucher)
- besser RV und Pumpen richtig dimensionieren und auf Klappen verzichten

h) Wo würde man einen Wärmemengenzähler einbauen?

- arbeitet man für den Versorger, dann primärseitig, denn dort kann man Verluste der Übertragung mit abrechnen

Quelle: Skript zur Vorlesung "Neue Heiz- und Energietechnologien"
an der Fachhochschule Braunschweig Wolfenbüttel;
erarbeitet von Prof. Dr.-Ing. D. Wolff und erstellt
von Dipl.-Ing. (FH) K. Jagnow; Wolfenbüttel; 2000