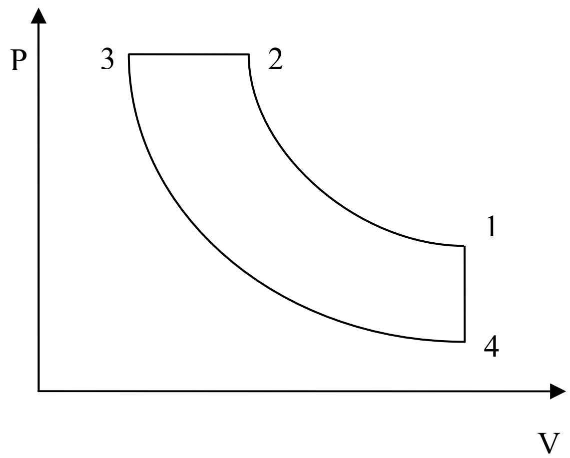
Esercitazione 5

Dobbiamo analizzare l'effetto sul dimensionamento dell'accumulatore e del martinetto delle variazioni di pressione minima utile nell'accumulatore e calcolare la temperatura alla quale si porta il gas nell'accumulatore durante il suo caricamento e durante il suo impiego in emergenza nell'ipotesi di comportamento politropico nelle fasi di carica e scarica con un coefficiente $\gamma = 1{,}15$.
Sappiamo dai dati fornitici che l'impianto è alimentato con una pressione pari a 16 MPa. L'accumulatore inserito nel circuito permette il funzionamento del martinetto anche in caso di rottura della pompa. Possiamo quindi calcolare la forza massima agente sul martinetto come

(5.1) $$F_{max} = 15000 + 30000L$$

dove L è la corsa massima del martinetto.
Svolgendo i conti otteniamo così un valore $F_{max} = 39000$ N.
Sappiamo che il gas ha un comportamento politropico, quindi avremo una fase di carica 1-2 che può essere considerata adiabatica, una fase 2-3 di raffreddamento dove il gas torna alla temperatura ambiente che può essere considerata isobara e una fase 3-4 di scaricamento che considereremo anch'essa adiabatica. Quest'ultimo tratto sarà ovviamente percorso solo in caso di rottura della pompa. Il grafico del ciclo sarà quindi



Dal grafico notiamo che la pressione minima P_4 alla quale dobbiamo dimensionare l'apparato non coincide con la pressione di precarica P_1. Questo è dovuto al fatto che nella fase 2-3 si verifica una perdita di energia dovuta al ritorno a temperatura ambiente dell'accumulatore. Calcoliamo quindi i punti del ciclo come volume, pressione e temperatura.
Sappiamo che $P_3 = 16$ Mpa è la pressione imposta con cui l'impianto viene alimentato.
Notiamo inoltre che la differenza tra i volumi V_3 e V_4 è pari al volume di olio scaricato dal martinetto, quindi scriviamo

(5.2) $$\begin{cases} A_m = \dfrac{F_{max}}{P_4} \\ V_4 - V_3 = A_m \\ P_3 V_3^{\gamma} = P_4 V_4^{\gamma} \end{cases}$$

Dove l'ultima equazione rappresenta l'adiabatica 3-4

Svolgendo il sistema ricaviamo

(5.3) $$V_4 = \frac{P_3^{\frac{1}{\gamma}} A_m L}{P_3^{\frac{1}{\gamma}} - P_4^{\frac{1}{\gamma}}}$$

Poiché la pressione minima P_4 la otteniamo per il volume massimo dell'accumulatore, imponiamo che $\frac{\partial V_4}{\partial P_4} = 0$, che ci permette di ottenere

(5.4) $$P_4 = \left(\frac{\gamma}{\gamma+1}\right)^{\gamma} P_3$$

e quindi una $P_4 = 7791450$ Pa.
Ricaviamo quindi anche il volume $V_4 = 0{,}008609\ m^3$ e $V_3 = 0{,}004605\ m^3$.
Essendo poi $P_2 = P_3 = 16000000$ Pa e $V_1 = V_4 = 0{,}008609\ m^3$ ci rimangono da calcolare solo P_1 e V_2.
Dall'isoterma 1-3 otteniamo immediatamente che

(5.5) $$P_1 = P_3 \frac{V_3}{V_1}$$

e quindi $P_1 = 8558140$ Pa mentre per la 1-2 possiamo scrivere

(5.6) $$V_2 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} V_1$$

trovando $V_2 = 0{,}004997\ m^3$.
A questo punto determiniamo l'area del martinetto con il relativo diametro. Dalla prima equazione del sistema (5.2) abbiamo che $A_m = 0{,}005005\ m^2$ da cui otteniamo $D_m = 80$ mm.
Infine ci restano solo da determinare le temperature di esercizio del nostro impianto. Essendo la temperatura ambiente pari a 20 °C abbiamo che $T_1 = T_3 = 293{,}15$ K. Essendo 2-3 una trasformazione isobara otteniamo che

(5.7) $$T_2 = \frac{V_2}{V_3} T_3$$

e ricaviamo $T_2 = 318{,}0785$ K. Per trovare T_4 sfruttiamo il fatto che $V_1 = V_4$ e quindi abbiamo

(5.8) $$T_4 = \frac{T_1}{P_1} P_4$$

da cui $T_4 = 266{,}8879$ K.

Riassumiamo quindi le caratteristiche ottenute nella seguente tabella

Punto	Volume [m^3]	Pressione [Pa]	Temperatura [K]
1	0,008609	8558140	293,15
2	0,004997	16000000	318,0785
3	0,004605	16000000	293,15
4	0,008609	7791450	266,8879

e rappresentiamo il grafico dei punti principali di funzionamento del nostro impianto