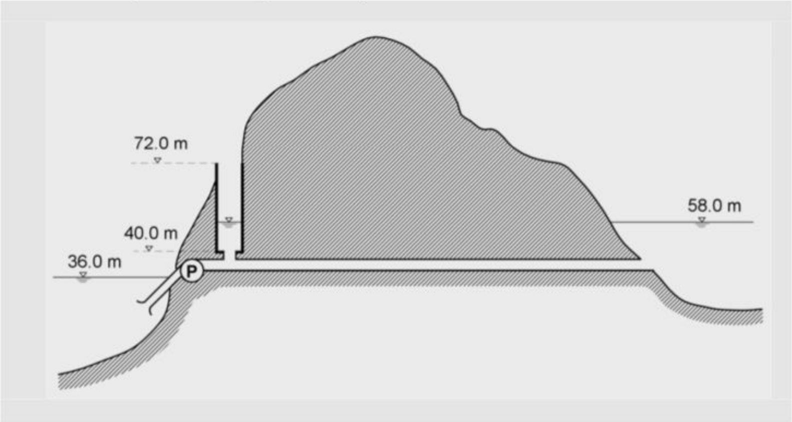
Esercizio 1 (Vedi anche Esercizio 7). *Nell'impianto di sollevamento illustrato in figura, la galleria di mandata è lunga L=1600 m ed è a sezione circolare con diametro interno D=1.5 m. Il pozzo piezometrico inserito a protezione della galleria è cilindrico con una sezione orizzontale Ω=8.0 m^2.*
Nell'ipotesi semplificativa di trascurare tutte le dissipazioni di energia si ricavi, a partire dall'equazione differenziale che esprime la conservazione dell'energia per una corrente unidimensionale, la soluzione generale che descrive l'andamento nel tempo del livello z nel pozzo piezometrico (si assuma come origine per i livelli z la quota del serbatoio di valle). Si valuti inoltre il periodo T dell'oscillazione.

Per il caso particolare in cui a partire da condizioni iniziali di quiete per il sistema la portata sollevata dalla pompa passi istantaneamente da Q_p=0.0 a Q_p=Q_{p0}=2.5 m^3/s si valutino il valore massimo e minimo della quota z nel pozzo piezometrico e si commenti il risultato ottenuto.

Si determini quindi l'andamento nel tempo del livello z nel pozzo piezometrico assumendo che all'istante t_0=3.5 T, la portata pompata sia incrementata al valore Q_{p1}=5.0 m^3/s. Si valutino, a seguito di questa manovra, il valore massimo e minimo della quota z nel pozzo piezometrico e si commenti il risultato ottenuto.

Si rappresenti infine in un grafico l'andamento z(t) per 0<t<6T.



Esercizio 4 (Vedi anche Esercizio 9). *Nel sistema illustrato in figura, la galleria AB è lunga L=1800 m ed è a sezione circolare con diametro interno d=2.0 m. Il pozzo piezometrico inserito a protezione della galleria è cilindrico con una sezione orizzontale Ω=12.0 m^2.*

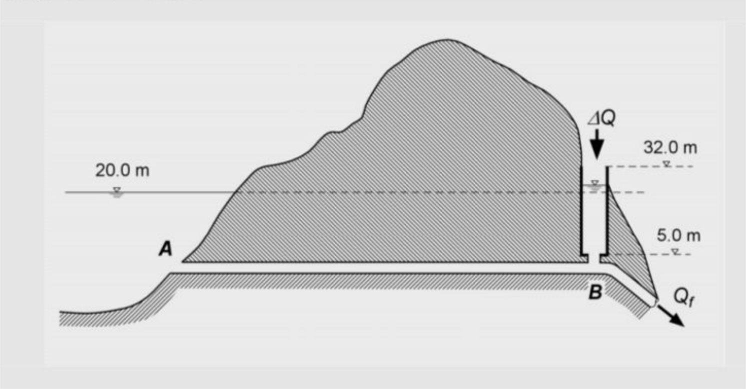
Per t<0 (t è il tempo) il sistema è a regime e lungo la galleria fluisce la portata $Q_0=Q_f$=1.5 m^3/s e, nell'ipotesi semplificativa di trascurare tutte le dissipazioni di energia, il livello z nel pozzo coincide con quello nel serbatio di monte.

A partire dall'istante t=0 viene immessa nel pozzo piezometrico la portata ΔQ=3.0 m^3/s, costante nel tempo (vedi figura).

Si ricavi, a partire dall'equazione differenziale che esprime la conservazione dell'energia per una corrente unidimensionale, la soluzione generale che descrive l'andamento nel tempo del livello z nel pozzo piezometrico. Si valuti inoltre il periodo T dell'oscillazione e l'andamento nel tempo delle velocità in condotta, e si commenti il risultato ottenuto.

Si determini quindi l'andamento nel tempo del livello z nel pozzo piezometrico assumendo che all'istante t_1=2.5 T, la portata immessa ΔQ si riduca istantaneamente a zero. Si valutino, a seguito di questa manovra, il valore massimo e minimo della quota z nel pozzo piezometrico e si commenti il risultato ottenuto.

Si rappresenti infine in un grafico l'andamento z(t) per 0<t<6T.



Esercizio 9 (Vedi anche Esercizio 4). *Nel sistema illustrato in figura, la galleria AB è lunga L=1100 m ed è a sezione circolare con diametro interno d=1.5 m. Il pozzo piezometrico inserito a protezione della galleria è cilindrico con una sezione orizzontale Ω=12.0 m^2.*

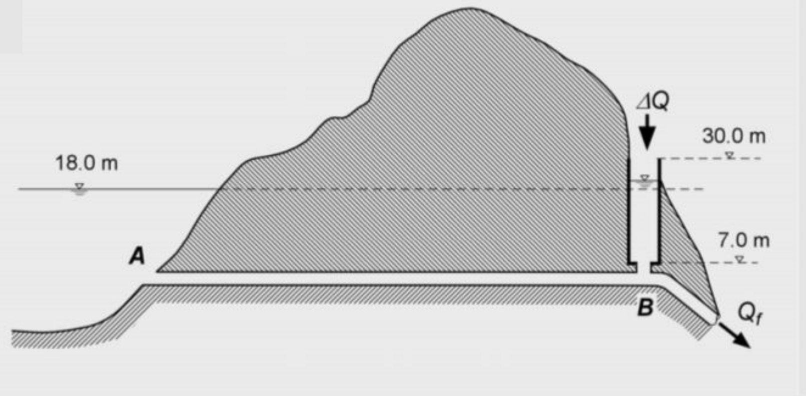
Per t<0 (t è il tempo) il sistema è a regime e lungo la galleria fluisce la portata $Q_0=Q_f$=1.5 m^3/s e, nell'ipotesi semplificativa di trascurare tutte le dissipazioni di energia, il livello z nel pozzo coincide con quello nel serbatio di monte.

A partire dall'istante t=0 viene immessa nel pozzo piezometrico la portata ΔQ=4.0 m^3/s, costante nel tempo (vedi figura).

Si ricavi, a partire dall'equazione differenziale che esprime la conservazione dell'energia per una corrente unidimensionale, la soluzione generale che descrive l'andamento nel tempo del livello z nel pozzo piezometrico. Si valuti inoltre il periodo T dell'oscillazione e l'andamento nel tempo delle velocità in condotta, e si commenti il risultato ottenuto.

Si determini quindi l'andamento nel tempo del livello z nel pozzo piezometrico assumendo che all'istante t_1=2.0 T, la portata immessa ΔQ si riduca istantaneamente a zero. Si valutino, a seguito di questa manovra, il valore massimo e minimo della quota z nel pozzo piezometrico e si commenti il risultato ottenuto.

Si rappresenti infine in un grafico l'andamento z(t) per 0<t<6T.



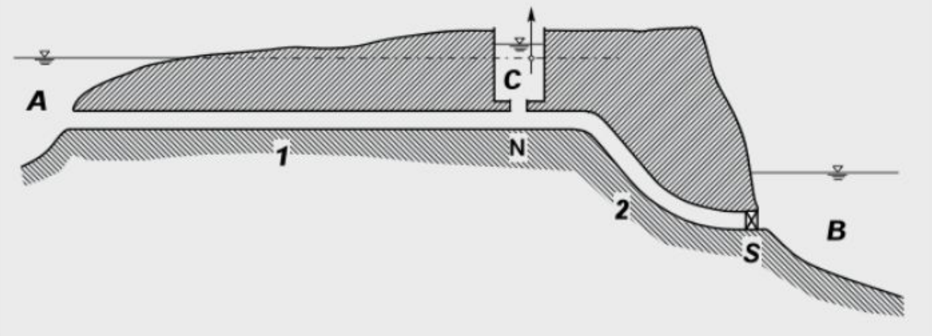
Esercizio 21. *Nel sistema illustrato in figura la condotta 1, tra il serbatoio A e il nodo N è lunga L=800 m mentre la condotta 2, tra il nodo N e il serbatoio B è lunga 400 m. Entrambe le condotte sono a sezione circolare con diametro interno d=1.0 m. Il pozzo C, inserito in corrispondenza del nodo N, è cilindrico con sezione orizzontale* Ω*=5.0 m*^{2}*. Le superfici libere nei serbatoi A e B si trovano ripettivamente alle quote* h_A*=10.0 m e* h_B*=6.0 m.*

Si valuti inizialmente la velocità v_0 *di regime lungo l'intera condotta AB quando la saracinesca S è completamente aperta e non produce alcuna dissipazione di energia. Nel calcolo si assuma, per semplicità, un valore costante della funzione di resistenza nella formula di Darcy-Weisbach, f=0.025.*

Per t<0 (t è il tempo) la saracinesca S è chiusa e il sistema è in quiete.

All'istante t=0 la saracinesca S viene completamente ed istantaneamente aperta.

Assumendo trascurabili le dissipazioni di energia localizzate e i termini cinetici si ricavi, a partire dall'equazione differenziale che esprime la conservazione dell'energia per una corrente unidimensionale, la soluzione che descrive l'andamento nel tempo del livello z nel pozzo C assumendo, per <u>*linearizzare*</u> *le dissipazioni continue di energia, una velocità caratteristica* v_M *corrispondente alla velocità* v_0 *di moto permanente. Si valuti il periodo T dell'oscillazione e si rappresenti graficamente la soluzione dopo aver calcolato il livello z in alcuni istanti caratteristici.*



N.B. *Nel derivare la soluzione generale vanno evidenziate e giustificate le ipotesi semplificative introdotte. Si ricorda che, data l'equazione differenziale lineare a coefficienti costanti*

$$\frac{d^2z}{dt^2}+2\psi\frac{dz}{dt}+\omega^2 z=\xi\,\omega^2$$

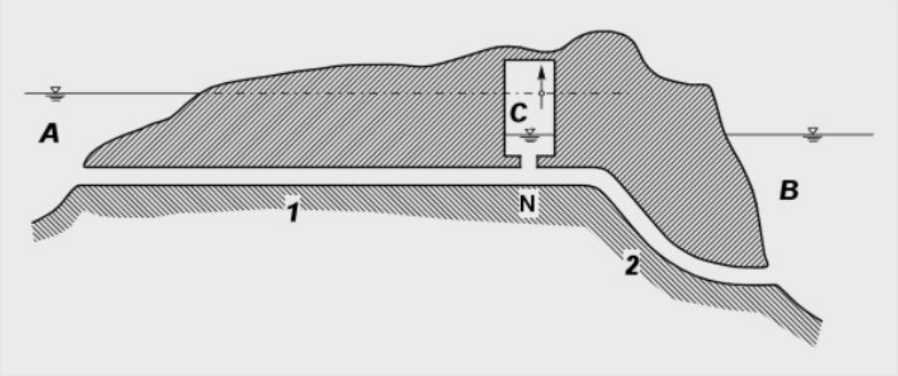
la soluzione generale, quando è $\psi<\omega$*, è del tipo*

$$z=e^{-\psi t}\left[C_1 sen(\omega_D t)+C_2\cos(\omega_D t)\right]+\xi \quad \text{con} \quad \omega_D=\sqrt{\omega^2-\psi^2}$$

mentre, quando è $\psi>\omega$*, è del tipo*

$$z=C_1 e^{-(\psi-\omega_D)t}+C_2 e^{-(\psi+\omega_D)t}+\xi \quad \text{con} \quad \omega_D=\sqrt{\psi^2-\omega^2}$$

Esercizio 22. *Nel sistema illustrato in figura la condotta 1, tra il serbatoio A e il nodo N è lunga L=800 m mentre la condotta 2, tra il nodo N e il serbatoio B è lunga 400 m. Entrambe le condotte sono a sezione circolare con diametro interno d=0.5 m. Il serbatoio C, inserito in corrispondenza del nodo N, è cilindrico, a tenuta, con sezione orizzontale Ω=5.0 m^2. Le superfici libere nei serbatoi A e B si trovano ripettivamente alle quote h_A=10.0 m e h_B=6.0 m mentre la superficie libera nel serbatoio C si trova alla quota h_c=6.0 m con al di sopra aria a pressione superiore a quella atmosferica.*
Per t<0 (t è il tempo) il sistema è in condizioni di moto stazionario. Si valuti, in queste condizioni, la velocità v_0 lungo l'intera condotta AB assumendo, nel calcolo, un valore costante della funzione di resistenza nella formula di Darcy-Weisbach, f=0.025.
All'istante t=0 la copertura del serbatoio C viene istantaneamente rimossa determinando, sulla superficie libera del serbatoio, condizioni di pressione atmosferica.
Assumendo trascurabili le dissipazioni di energia localizzate e i termini cinetici si ricavi, a partire dall'equazione differenziale che esprime la conservazione dell'energia per una corrente unidimensionale, la soluzione che descrive l'andamento nel tempo del livello z nel serbatoio C assumendo, per linearizzare le dissipazioni continue di energia, una velocità caratteristica v_M corrispondente alla velocità v_0 di moto permanente. Si valuti il periodo T dell'oscillazione e si rappresenti graficamente la soluzione dopo aver calcolato il livello z in alcuni istanti caratteristici.



9.2 L'otturatore della condotta di fig. 9.28 si chiude in $T_c = 0{,}8$ s con variazione lineare della velocità; la condotta è in acciaio con spessore costante $s = 8$ mm;

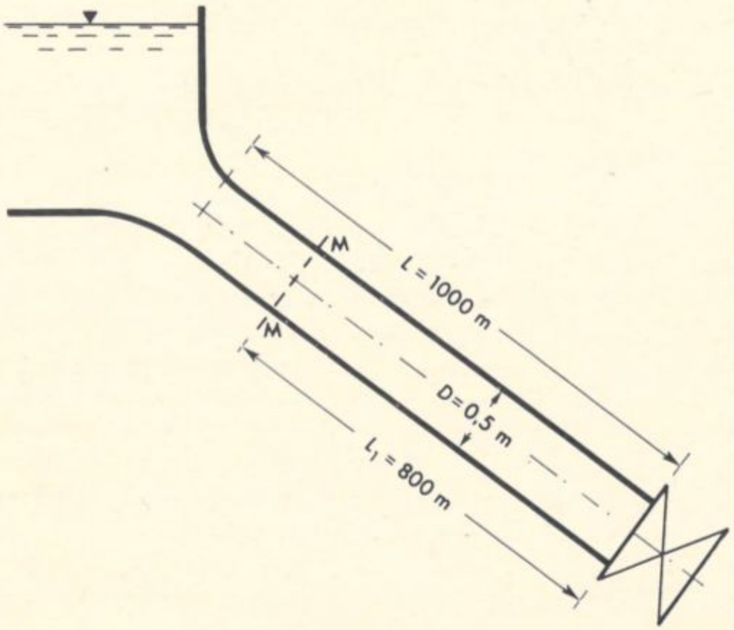
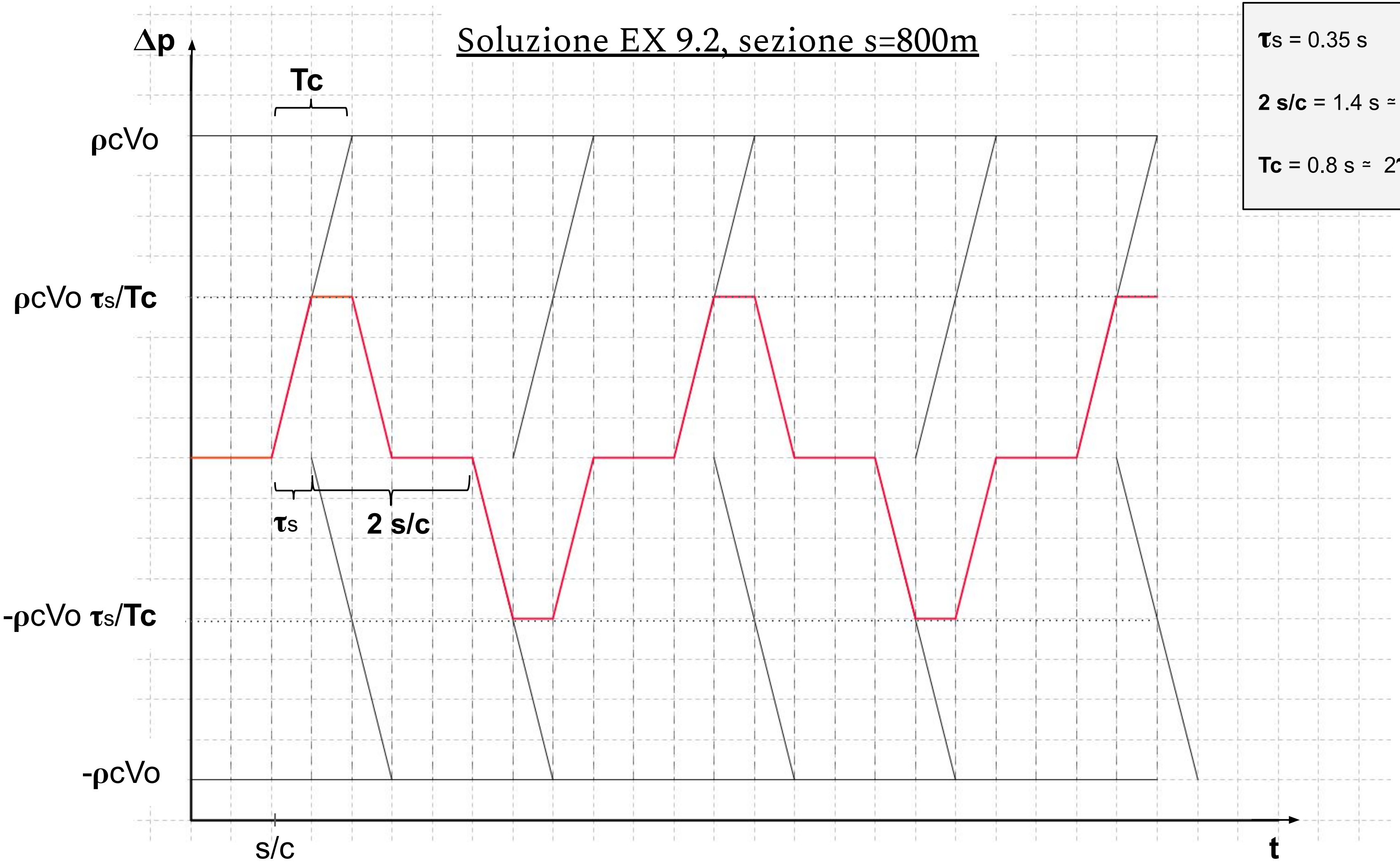


FIG. 9.28

il liquido in circolazione è acqua con velocità media $V_0 = 5$ m/s in condizioni di regime permanente. Determinare, trascurando le perdite di carico, la sovrapressione massima all'otturatore e nella sezione MM posta $L_1 = 800$ m a monte di esso ($\Delta p_0 = 57$ kg/cm^2; $\Delta p_M = 25{,}5$ kg/cm^2).



τs = 0.35 s

2 s/c = 1.4 s ≃ 4τs

Tc = 0.8 s ≃ 2τs