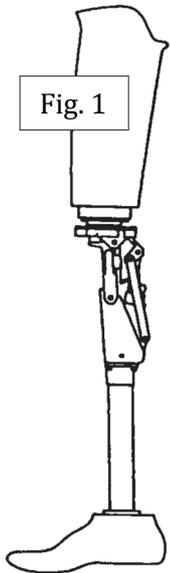


ESAME DI MECCANICA – solo PRIMA PARTE
Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica

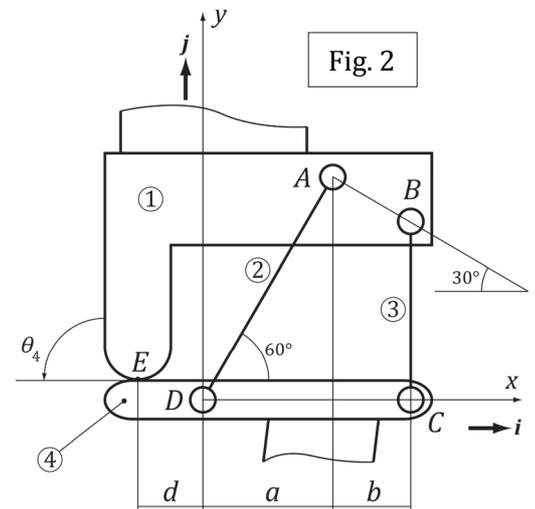
Esercizio 1



In Fig. 1 è rappresentata schematicamente una protesi di ginocchio policentrica per amputati transfemorali. La Fig. 2 mostra una possibile realizzazione del meccanismo protesico a 1 g.d.l., mentre in Fig. 3 è rappresentata una particolare configurazione della gamba in contatto col suolo durante la camminata.

Con riferimento alle Figg. 2 e 3, il corpo 1 rappresenta l'invasatura protesica che collega il moncone femorale alla protesi, mentre il corpo 4 rappresenta la tibia/piede artificiale.

Si assuma come coordinata lagrangiana l'angolo relativo θ_4 , definito in Fig. 2: per $\theta_4 = \pi/2$, cioè nella configurazione in Fig. 2, la gamba è in completa estensione. Sono note le quantità geometriche (a, b, d) indicate.

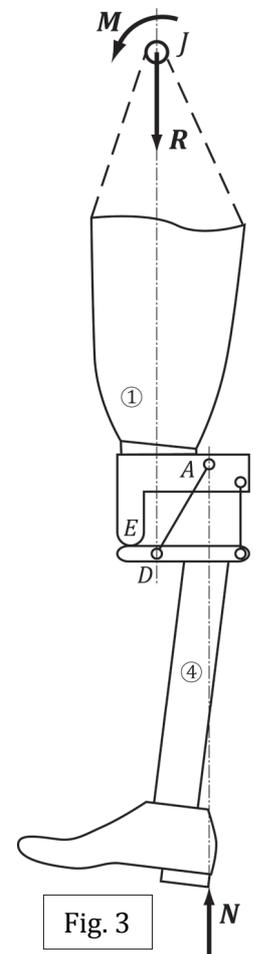


1. Determinare le posizioni dei centri delle velocità relativi C_{41} e C_{32} , esprimendone le coordinate nel sistema di riferimento (x, y) assegnato.
2. Determinare le velocità relative delle cerniere C e D rispetto al corpo 1, esprimendo analiticamente le loro componenti secondo i versori i e j in funzione dei dati del problema (con $\dot{\theta}_4 > 0$).
3. Assegnata un'accelerazione angolare relativa $\ddot{\theta}_4$, ottenere l'equazione di chiusura per le accelerazioni angolari relative $\ddot{\theta}_2$ e $\ddot{\theta}_3$, risolvendo eventuali velocità angolari incognite.

Esercizio 2

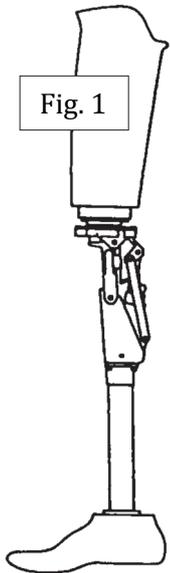
Nella fase (quasi-statica) di contatto col suolo mostrata in Fig. 3, una piattaforma di forza misura la reazione di contatto N che il suolo esercita sul tallone: la sua retta di applicazione è verticale e passa per la cerniera A .

1. Determinare la reazione articolare R e la coppia M che devono essere esercitate sul corpo 1 dall'articolazione dell'anca (cerniera J) e dal suo complesso muscolo-tendineo-legamentoso per equilibrare staticamente la reazione di contatto N .
2. Si consideri l'equilibrio del corpo 4, e si assuma trascurabile il coefficiente di attrito statico in corrispondenza del punto di contatto E (fincorsa): determinare la reazione di contatto esercitata dal fincorsa.
3. Ottenere i diagrammi di corpo libero dei quattro corpi risolti in funzione dei dati del problema.
4. Al termine del passo, col piede in contatto di punta che sta per abbandonare il contatto col terreno, la gamba si troverà in una configurazione tale da richiedere una reazione N dal suolo la cui retta di applicazione passa alla destra del centro delle velocità C_{41} : discutere cosa accadrà in termini di equilibrio del sistema.



ESAME DI MECCANICA – PRIMA PARTE DI INTERO
Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica

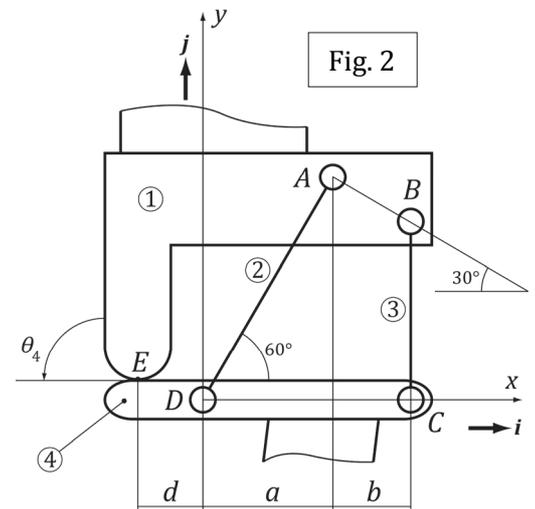
Esercizio 1



In Fig. 1 è rappresentata schematicamente una protesi di ginocchio policentrica per amputati transfemorali. La Fig. 2 mostra una possibile realizzazione del meccanismo protesico a 1 g.d.l., mentre in Fig. 3 è rappresentata una particolare configurazione della gamba in contatto col suolo durante la camminata.

Con riferimento alle Figg. 2 e 3, il corpo 1 rappresenta l'invasatura protesica che collega il moncone femorale alla protesi, mentre il corpo 4 rappresenta la tibia/piede artificiale.

Si assuma come coordinata lagrangiana l'angolo relativo θ_4 , definito in Fig. 2: per $\theta_4 = \pi/2$, cioè nella configurazione in Fig. 2, la gamba è in completa estensione. Sono note le quantità geometriche (a, b, d) indicate.

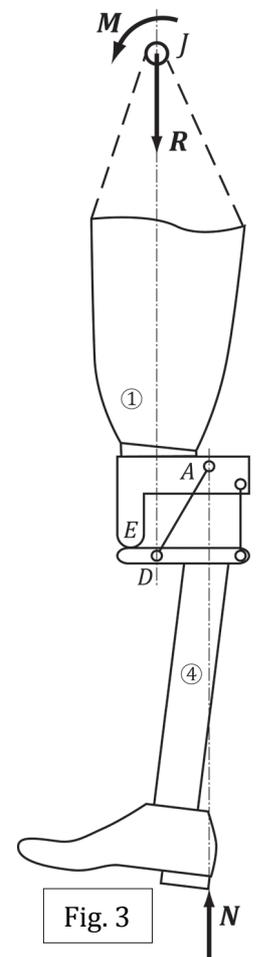


1. Determinare la posizione del centro delle velocità relativo C_{41} , esprimendone le coordinate nel sistema di riferimento (x, y) assegnato.
2. Determinare le velocità relative delle cerniere C e D rispetto al corpo 1, esprimendo analiticamente le loro componenti secondo i versori i e j in funzione dei dati del problema (con $\dot{\theta}_4 > 0$).
3. Assegnata un'accelerazione angolare relativa $\ddot{\theta}_4$, ottenere l'equazione di chiusura per le accelerazioni angolari relative $\ddot{\theta}_2$ e $\ddot{\theta}_3$, risolvendo eventuali velocità angolari incognite.

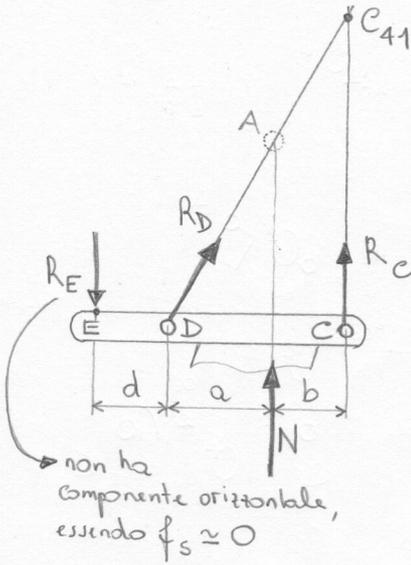
Esercizio 2

Nella fase (quasi-statica) di contatto col suolo mostrata in Fig. 3, una piattaforma di forza misura la reazione di contatto N che il suolo esercita sul tallone: la sua retta di applicazione è verticale e passa per la cerniera A .

1. Determinare la reazione articolare R e la coppia M che devono essere esercitate sul corpo 1 dall'articolazione dell'anca (cerniera J) e dal suo complesso muscolo-tendineo-legamentoso per equilibrare staticamente la reazione di contatto N .
2. Si consideri l'equilibrio del corpo 4, e si assuma trascurabile il coefficiente di attrito statico in corrispondenza del punto di contatto E (fincorsa): determinare la reazione di contatto esercitata dal fincorsa.
3. Ottenere i diagrammi di corpo libero dei corpi 1 e 4, risolti in funzione dei dati del problema.



2) Tenendo presente che le aste 2 e 3 sono sciariche, isoliamo il corpo 4 :



$$\overset{C_{41}}{\curvearrowright} R_E(a+b+d) = Nb \rightarrow R_E = \frac{b}{a+b+d} N > 0$$

Il fatto che sia positiva è importante: il verso in figura è coerente con quello richiesto dal vincolo di contatto monolaterale.

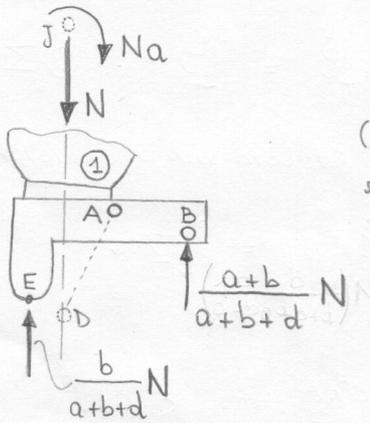
Continuiamo con la scrittura delle eq.ⁿⁱ cardinali:

i) $R_D = 0 \rightarrow$ asta 2 non sollecitata in questa configurazione

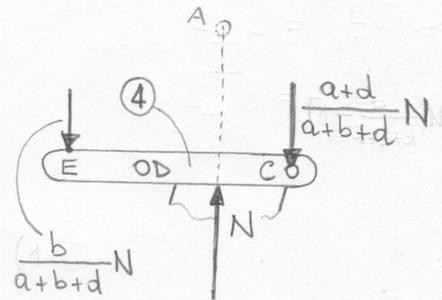
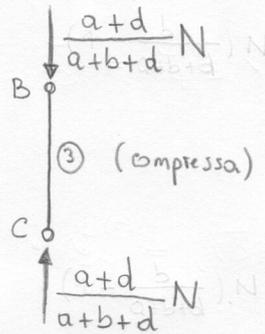
II) $R_C + N = R_E \rightarrow R_C = R_E - N = -\frac{a+d}{a+b+d} N$

A questo punto tutti i corpi sono risolti.

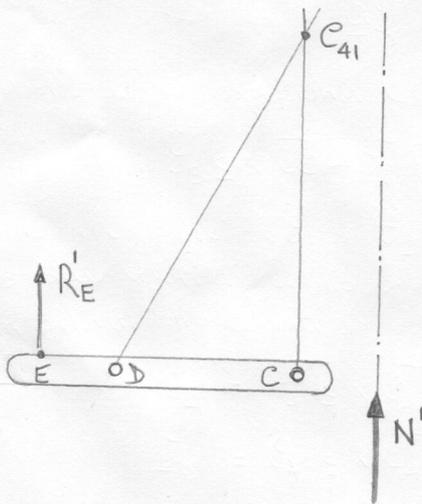
3) DCL risolti:



(asta 2 non sollecitata)



4) Osservando ciò che accade al corpo 4, come fatto al punto 2) :



per l'equilibrio alla rotazione attorno a C_{41} si osserva immediatamente che, se la retta di applicazione di N' passa a destra di C_{41} , R'_E deve necessariamente avere il verso indicato in figura, che è incompatibile con l'azione del vincolo di contatto. In tal caso, dunque, il meccanismo si muove: in particolare, il ginocchio si flette.

Questo è un effetto cercato in questo tipo di protesi: il ginocchio deve potersi flettere nella fase terminale del passo, poco prima di abbandonare il contatto col suolo.