

## ESPERIMENTO N11.2 – SISTEMA RUOTA-ASSE DIFFERENZIALE

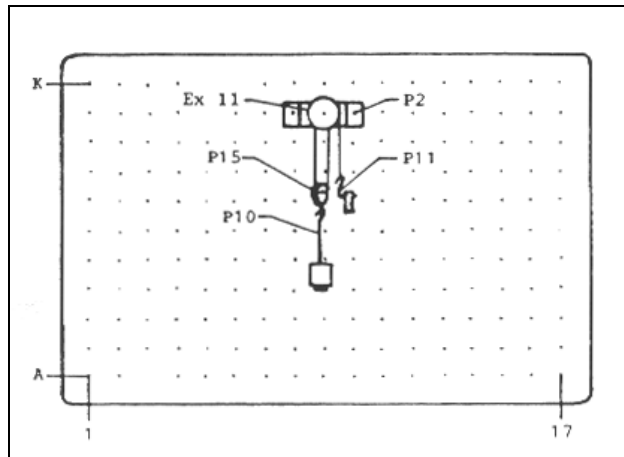


Fig. 1 – schema esperimento

### NOZIONI GENERALI

Nell'esperimento N11.1 è stato dimostrato come grazie ad un sistema ruota-asse il vantaggio meccanico possa essere aumentato prendendo un'asse con diametro minore di quello della ruota.

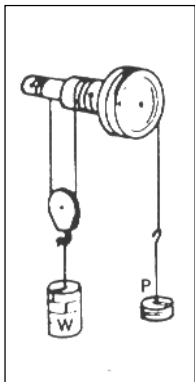


Fig. 2

Un metodo più pratica è quello di utilizzare un sistema ruota-asse differenziale. In questo caso l'asse è costituito da due parti di differente diametro; la corda dell'asse è avvolta in senso opposto attorno alle due parti dell'asta, e passa sotto ad una carrucola mobile alla quale è attaccato il peso (fig.2). Mentre la ruota gira la corda si avvolge sulla parte dell'asse con diametro maggiore. Per un giro di ruota la lunghezza della corda avvolta sarà uguale alla differenza tra le circonferenze delle due parti dell'asse. Il peso attaccato alla carrucola mobile può quindi essere sollevato solamente per metà di questa differenza. Se A è il raggio della ruota, e B e C sono i raggi della parte grande e piccola dell'asse, allora il rapporto di trasmissione è dato da:

$$2\pi A / \pi (B - C) = 2A / (B - C)$$

Se la differenza (B - C) è piccola rispetto al diametro della ruota, si può ottenere un grande rapporto di trasmissione e un grande vantaggio meccanico teorico. Una pratica applicazione di questo principio si ha con la *carrucola differenziale di Weston* (fig.3), usata nei laboratori per sollevare pesanti carichi.

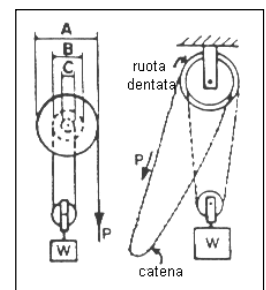


Fig. 3

Anche se è possibile ottenere un grande vantaggio meccanico teorico con un sistema ruota-asse differenziale, il vantaggio meccanico reale è minore a causa dell'attrito e anche perché la carrucola mobile deve essere sollevata tanto quanto il carico.

Come per il sistema ruota-asse semplice, lo sforzo P aumenta proporzionalmente al carico W, e la relazione tra P e W è data da:  $P = aW + b$ , *legge della macchina*, dove a indica come P cresce all'aumentare di W, e b è pari allo sforzo richiesto per far funzionare la macchina senza pesi.

Il V.M. è dato da  $W/P$  e dal momento che  $P = aW + b$  si ha  $V.M. = W/(aW + b) = 1/(a + b/W)$

Aumentando il peso W il vantaggio meccanico V.M. aumenta fino al valore massimo pari a  $1/a$ .

L'efficienza E varia con il peso allo stesso modo essendo  $E = V.M./V.R.$  con V.R. costante pari a  $2A/(B - C)$ .

## OBIETTIVO

Lo scopo di questo esperimento è:

- a) di determinare la legge della macchina per un sistema ruota–asse differenziale;
- b) di verificare che il vantaggio meccanico e l'efficienza aumentano col carico sino a raggiungere un valore limite massimo.

## APPARATO

1 sistema ruota–asse	EX11A
1 set di pesi	P7
1 carrucola mobile	P15
2 dadi	P1
2 ganci portapeso	P10
1 gancio per pesi leggeri	P11

## PROCEDIMENTO

Assicurarsi che il pannello di montaggio sia montato in posizione verticale. Montare il sistema ruota–asse in cima al pannello nei buchi J8 e J10, quindi, bloccarlo con i dadi.

La ruota ha un diametro di 60mm e le due differenti parti dell'asta hanno rispettivamente diametro di 20mm e 15mm. Verificare queste misure e annotarle.

Togliere la corda dal diametro minore dell'asta. Girare la ruota e legare la corda attorno al diametro maggiore (20mm), lasciando che la corda penzoli almeno per metà. Passare l'estremità libera della corda sotto la carrucola mobile. Fissare l'estremità libera della corda sulla parte dell'asse con diametro minore (15mm). Cominciando dal lato opposto dell'asse girare la ruota in modo tale che la corda si srotoli dal diametro di 20mm e simultaneamente si avvolga su quello da 15mm nel momento in cui la ruota abbia completato un giro (fig.2). Lasciare che la carrucola mobile penda per circa 150mm sotto l'asse facendo fare alcuni giri ad entrambi i diametri dell'asse.

Tenere ferma la ruota ed avvolgere la sua corda nella stessa direzione di avvolgimento sulla parte più piccola dell'asse. Lasciare che la corda penzoli appena sotto la ruota. L'apparato è ora utilizzabile come un sistema ruota-asse differenziale, con raggio della ruota  $A=30\text{mm}$ , raggi dell'asse  $B=10\text{mm}$  e  $C=7,5\text{mm}$  e rapporto di trasmissione  $V.R. = 2 \times 30 / 10 = 7,5 = 24$

Tenendo ferma la ruota, appendere il gancio portapeso alla corda del tamburo raggiungendo un peso  $W$  di 0,1 N. Appendere il gancio per pesi leggeri alla corda della ruota e aggiungere pesi sufficienti a sollevare  $W$  lentamente.

Questi pesi rappresentano lo sforzo  $P$  sufficiente a sollevare il peso  $W$ . Con un vantaggio meccanico teorico di  $V.M.= 24$  lo sforzo richiesto è molto piccolo.

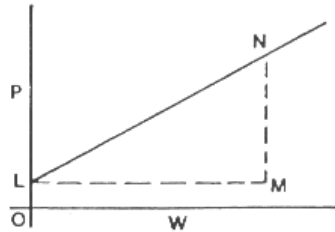
Ripetere l'operazione con il peso  $W$  di 0,5N, 1N, 2N, 3N, 4N, 6N. Quando si utilizzano pesi più pesanti, appendere il gancio portapeso, invece del gancio per pesi leggeri alla corda della ruota, ricordando che il suo peso, pari a 0,1N, deve essere considerato nello sforzo  $P$ .

Annotare i valori ottenuti  $W$  e  $P$  di in una tabella.

## RISULTATI

### ▪ Legge della macchina

Sulla base dei risultati ottenuti, tracciare i grafici di  $P$  in funzione di  $W$  usando apposite scale. I grafici saranno praticamente delle linee drette disegnate sui punti tracciati.



La linea dritta dei grafici mostra che il peso e lo sforzo sono connessi con la legge  $P=aW+b$ . Per trovare il valore di  $b$ , prolungare il grafico fino ad intersecare l'asse  $P$  nel punto  $L$ . Il segmento  $OL$ , misurato con la stessa scala di  $P$ , è proprio il valore di  $b$ . Verificarlo togliendo il gancio portapeso dalla carrucola, e trovando lo sforzo necessario per sollevare la carrucola e vincere l'attrito.

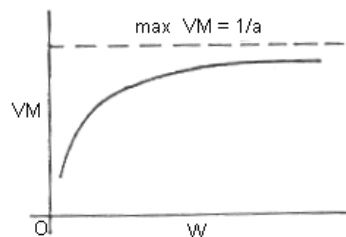
Per trovare  $a$  misurare il gradiente del grafico, ad esempio nel triangolo  $LMN$ , il gradiente della linea  $LN$  è dato da  $NM/LM$ .

Trovare i valori di  $a$  e  $b$  e sostituirli nell'equazione  $P=aW+b$ .

### ▪ Massimo V.M. ed efficienza $E$ :

$$V.M. = W/P, E = V.M. / V.R. \text{ con } V.R. = 2A/(B - C) = 24$$

Calcolare V.M. ed  $E$  per ogni valore di  $W$ . Tracciare un grafico di V.M. in funzione di  $W$ . Questo dovrebbe avere lo stesso andamento di quello sottostante.



Calcolare il valore di  $1/a$  usando il valore di  $a$  trovato in precedenza. Questo corrisponde al massimo V.M. che la macchina può avere (V.M. teorico). Disegnare sul grafico una linea in corrispondenza del massimo valore di V.M. Il grafico di V.M. tracciato sulla base dei risultati ottenuti tende a questa linea all'aumentare di  $W$ . Verificarlo. Analogamente, disegnare il grafico di  $E$  in funzione di  $W$ , e dimostrare che si avvicina alla linea di massima efficienza data da :

$$E = (\text{Max } V.M.) / V.R. = 1/(24 a)$$

## CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati ottenuti trarre le proprie conclusioni sui seguenti punti:

- La legge della macchina è data da  $P=aW+b$ . Qual'è il significato della costante  $b$  ?  
Se anche  $a$  è costante, come varia lo sforzo in funzione del carico?
- In quale altro modo può essere usata  $a$  per indicare il miglior possibile risultato della macchina?