

MeCad

MECHANISM COMPUTER AIDED DESIGN

I MANUALE D'USO (*PARTE I*)

V. 1.5 - Luglio 97

INDICE

I	MANUALE D'USO (PARTE I)	1
I - 0	INTRODUZIONE	1
I - 1	RICHIAMI SUI MECCANISMI	2
I - 2	DESCRIZIONE FUNZIONALE DI MECAD	5
I - 3	DESCRIZIONE E MODIFICA DI MECCANISMI	7
I - 3.1	Descrizione	7
I - 3.2	Modifica	8
I - 3.2.1	Modifica della posizione dei nodi	9
I - 3.2.2	Modifica della lunghezza delle aste	10
I - 3.2.3	Aggiunta o cancellazione di aste	10
I - 3.2.4	Modifica di accoppiamenti cinematici	10
I - 3.2.5	Sostituzione di moventi	10
I - 3.2.6	Collegamento con meccanismi prelevati da archivio	11
I - 3.2.7	Nuovo orientamento dei telai	11
I - 4	ANALISI CINEMATICA	12
I - 5	PROGETTAZIONE E FASATURA DELLE LEGGI DI MOTO	14
I - 5.1	Ciclo Generico	16
I - 5.2	Ciclo a velocità costante	18
I - 5.3	Ciclo ad accelerazione costante ad inizio e fine tratto	19
I - 5.4	Sincronizzazione del ciclo base	20
I - 5.5	Fasatura	21
I - 6	PROFILATURA DELLE CAMME	22
I - 7	L'ARCHIVIO DEI MECCANISMI	24
I - 8	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	25
I - 9	INTERFACCIA CON CAD HP ME10	26
II	MANUALE D'USO (PARTE II)	27
II - 0	INTRODUZIONE	1
II - 0.1	Sistema di assi cartesiani di riferimento	2
II - 0.2	Input da tastiera	2
II - 0.3	Movimento del mouse	2
II - 0.4	Coordinate del mouse	2
II - 0.5	Coordinate del cursore (mouse/tastiera)	3
II - 0.6	Elenco dei file di MeCad	3
II - 0.7	I file di BackUp	4
II - 0.8	Nomi dei files	4
II - 1	INSTALLAZIONE ED AVVIO DI MECAD (VERSIONE PER PC)	5

II - 1.1 Installazione rapida di MECAD.....	5
II - 1.2 Installazione di MeCad per Windows.....	6
II - 1.3 Direttorio di archivio	6
II - 1.4 Avvio di MeCad.....	7
II - 1.4.1 Avvio di MeCad da DOS.....	7
II - 1.4.2 Avvio di MeCad da Windows	7
II - 2 COMANDI GLOBALI	8
II - 3 GESTORE	9
II - 4 L'ARCHIVIO DEI MECCANISMI	11
II - 4.1 Descrizione dei comandi	12
II - 5 DIGITALIZZAZIONE DI MECCANISMI	13
II - 5.1 Scelta della scala.....	13
II - 5.2 Digitalizzazione	14
II - 5.2.1 Scelta degli accoppiamenti cinematici.....	15
II - 5.2.2 Direzioni di scorrimento su telai	16
II - 5.2.3 Direzioni di scorrimento su membri mobili.....	16
II - 5.2.4 Membri definiti da due nodi	16
II - 5.2.5 Membri definiti da più di due nodi.....	16
II - 5.2.6 Moventi	17
II - 5.2.7 Definizione di un telaio	17
II - 5.2.8 Fine descrizione e il comando Stop	17
II - 5.2.9 L'opzione Assieme.....	18
II - 5.3 Errori di digitalizzazione.....	20
II - 6 MODIFICHE AL MECCANISMO.....	22
II - 6.1 Modifiche geometriche	22
II - 6.2 Modifiche funzionali.....	22
II - 6.3 Modulo di modifica	22
II - 6.4 Modifica della posizione dei nodi.....	23
II - 6.4.1 Descrizione dei comandi	24
II - 6.5 Modifica della lunghezza delle aste.....	26
II - 6.6 Aggiunta e cancellazione di membri	28
II - 6.7 Modifica di accoppiamenti cinematici	28
II - 6.8 Sostituzione dei moventi	28
II - 6.9 Modifica del sistema cartesiano di riferimento	29
II - 6.10 Gestione dei Livelli.....	30
II - 6.11 Richiesta informazioni.....	31
II - 6.12 Servizi	32
II - 7 DEFINIZIONE DELLE LEGGI DI MOTO.....	33

II - 7.1 Ciclo generico	34
II - 7.2 Ciclo letto da file	35
II - 7.3 Ciclo a velocità costante	36
II - 7.4 Ciclo ad accelerazione costante agli estremi della corsa	36
II - 7.5 Altri comandi del modulo	37
II - 8 FASATURA DELLE LEGGI DI MOTO	41
II - 9 MODIFICA I DEFAULT DELL'ANALISI CINEMATICA	44
II - 10 OUTPUT	45
II - 10.1 Struttura dati e legge di moto	45
II - 10.1.1 Descrizione dei comandi.	45
II - 10.2 Traiettorie.....	47
II - 10.2.1 Descrizione dei comandi	47
II - 10.3 Visualizzazione delle leggi di moto di aste e nodi	49
II - 10.3.1 Generalità	49
II - 10.3.2 Analisi cinematica di un nodo	51
II - 10.3.3 Analisi cinematica di un'asta	53
II - 10.3.4 Analisi cinematica di un carrello o di un pattino	55
II - 10.4 Simulazione	55
II - 10.5 Angolo di trasmissione	56
II - 10.6 Visualizzazione della legge di moto tra due aste	58
II - 11 PROFILATURA DELLE CAMME	59
II - 12 LIMITI SULLA COMPLESSITÀ DEI MECCANISMI	65

I - 0 INTRODUZIONE

MeCad è un sistema interattivo per la progettazione cinematica assistita di meccanismi piani ad " n " gradi di libertà ed è stato studiato e realizzato per essere impiegato in quella fase "creativa" iniziale del progetto, in cui prendono corpo idee e soluzioni alternative e si presenta quindi l'esigenza di verificare rapidamente le varie soluzioni progettuali.

MeCad si affianca al progettista, senza sostituirlo, fornendogli degli strumenti di simulazione e di analisi, che gli permettono di verificare e potenziare le proprie idee ed intuizioni tramite l'indagine estesa ad una gamma di soluzioni così ampia da non essere ottenibile con i tradizionali strumenti progettuali.

Visto il particolare ambito cui **MeCad** si riferisce, si è ritenuto opportuno far precedere al vero e proprio manuale d'uso una parte introduttiva in cui vengono richiamate alcune nozioni di base sui meccanismi, si introduce una morfologia appropriata e si presentano le principali funzioni e modalità operative del sistema.

Il manuale si compone di tre parti :

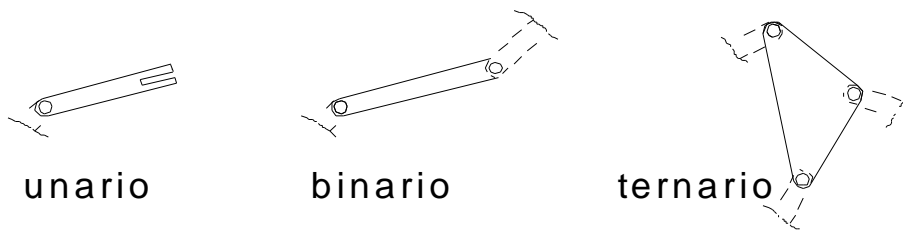
la **Parte I** è destinata a chi per la prima volta utilizza **MeCad** ed ha lo scopo di presentare il sistema e in particolare gli strumenti di progetto che questo offre.

Nella **Parte II** e nella **Parte III** vengono illustrati i comandi necessari per attivare le varie funzioni del programma. La **Parte II** è riservata ai moduli generale e a quelli per l'analisi *cinematica* mentre nella **Parte III** tratta i moduli per l'analisi *cinetostatica*.

I - 1 RICHIAMI SUI MECCANISMI

I meccanismi sono dispositivi utilizzati nelle macchine per effettuare un'ampia gamma di funzioni e sono composti da **membri** collegati tra loro con opportuni **accoppiamenti cinematici**, in modo da formare una **catena cinematica**.

Ogni membro è caratterizzato dal numero di accoppiamenti che presenta con i restanti membri. Vi possono essere membri **unari** (con un solo accoppiamento), **binari** (con due), **ternari** (con tre) e così via.



Tipi di membri

I membri dei meccanismi possono essere suddivisi in membri mobili e fissi in funzione delle loro possibilità di moto, i membri fissi prendono il nome di **telai**.

Una ulteriore suddivisione dei membri mobili si riferisce alla possibilità di movimento del membro:

- sono detti **manovelle** quei membri vincolati al telaio con una coppia rotoidale e che possono compiere una rotazione completa,
- sono detti **bilancieri** quei membri vincolati come i precedenti al telaio la cui mobilità è limitata ad una frazione di giro.
- sono dette **bielle** gli elementi dotati di moto rototraslatorio rispetto al telaio.

Si definiscono **moventi** i membri ai quali viene imposto il movimento tramite opportuni azionamenti; mentre i **cedenti** sono quegli elementi il cui moto dipende dai moventi.

I moventi possono essere **rotanti** se impongono una rotazione al membro oppure **lineari** se impongono una traslazione.

Con **gradi di libertà** di un meccanismo vengono indicati il numero di azionamenti da applicare al sistema per definire in modo univoco il movimento di ogni membro senza introdurre iperstatiche.

Gli **accoppiamenti cinematici** sono gli elementi di un meccanismo che vincolano il movimento relativo dei vari membri.

Si hanno accoppiamenti **rotoidali**, **prismatici**, **elicoidali**, **sferici**, ecc..

La coppia prismatica può essere vista come una coppia rotoidale con raggio infinito ed è composta da un **pattino** (detto anche corsoio) che scorre in una **guida** (detta glifo).

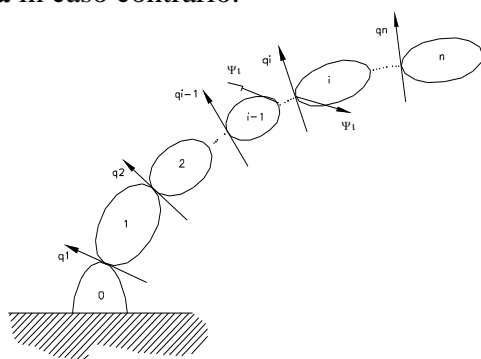
Un meccanismo composto da membri rigidi collegati tra loro solamente da accoppiamenti cinematici rotoidali e prismatici è detto **meccanismo articolato** o **sistema articolato**.

Le catene cinematiche che costituiscono un meccanismo possono essere suddivise in:

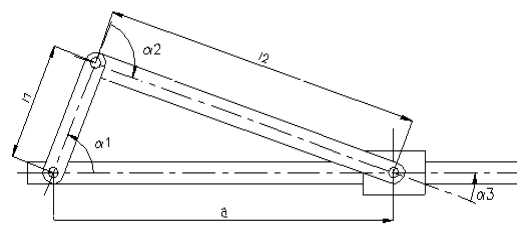
- **catene cinematiche semplici** se ciascun membro presenta uno o due accoppiamenti con gli altri membri,

- **catene cinematiche composte** se almeno un membro presenta tre o più accoppiamenti.

Inoltre la catena cinematica è **chiusa** se ogni membro presenta più di un accoppiamento, **aperta** in caso contrario.



a) Catena cinematica aperta



b) Catena cinematica chiusa

Figura 1

Le catene cinematiche aperte sono caratterizzate dalla presenza di un movente con un solo accoppiamento cinematico. Ad esempio, l'ultimo elemento (*elemento n*) della catena cinematica riportata nella figura 1-a deve essere necessariamente azionato da un motore.

La **tipologia di un meccanismo** ne definisce le principali caratteristiche quali:

- **il numero dei membri**
- **il numero e tipo di accoppiamenti cinematici**
- **il numero e il tipo dei moventi**
- **il tipo delle catene cinematiche**

Il progetto di un meccanismo ha inizialmente lo scopo di definire le caratteristiche geometriche e cinematiche dei vari membri in modo che i cedenti del meccanismo realizzino il movimento richiesto: il procedimento razionale utilizzato viene detto "**sintesi**". La sintesi dei meccanismi, in generale, può essere divisa in tre fasi fondamentali.

- **Scelta di tipo**: opera la scelta del tipo di meccanismo da utilizzare (camme, meccanismo articolato,...).

- **Scelta di numero o di configurazione**: dato il tipo di meccanismo ne stabilisce il numero e tipo dei membri, la posizione dei membri motori, del telaio, dei membri resistenti

- **Sintesi dimensionale**: stabilisce la posizione effettiva delle coppie cinematiche sui membri e tutti i parametri geometrici (ad esempio lunghezze, angoli, ecc..).

La *scelta di tipo e di numero* viene spesso fatta ricorrendo all'esperienza del progettista o servendosi di appositi atlanti, mentre i metodi utilizzati per effettuare la *sintesi dimensionale*, possono essere classificati in **diretti** ed **indiretti**.

I primi danno luogo ad algoritmi che, a partire dalle specifiche cinematiche, determinano uno o più insiemi di parametri dimensionali che soddisfano integralmente le specifiche.

I secondi, partendo da un meccanismo noto, ne analizzano le prestazioni e, per successivi tentativi, ne modificano le dimensioni con l'obiettivo di realizzare le specifiche richieste.

Le prestazioni del meccanismo vengono determinate effettuando l'**analisi cinematica e dinamica**.

L'**analisi cinematica** permette di determinare, note le leggi di moto dei moventi, le leggi di moto di tutti i membri.

Con l'**analisi dinamica** è possibile determinare le leggi di moto di tutti i membri, note le forze attive (motrici o resistenti) agenti sul meccanismo e le inerzie dei membri. Inoltre l'analisi dinamica ci permette di determinare anche le forze interne agenti sui membri, note le quali si può procedere al dimensionamento dei membri e delle coppie cinematiche.

Un ulteriore tipo di analisi che si colloca tra l'analisi cinematica e dinamica è l'**analisi cinetostatica** con la quale, note le forze resistenti agenti sul meccanismo, le leggi di moto dei moventi e le inerzie dei membri, si determinano le forze motrici da applicare ai moventi e le azioni interne sui membri.

I - 2 DESCRIZIONE FUNZIONALE DI MECAD

Con **MeCad** e' possibile progettare, analizzare e simulare il funzionamento di macchine composte da " m " meccanismi piani ad " n " gradi di libertà e composti da catene cinematiche che possono essere:

- semplici o composte
- chiuse o aperte.

Dal punto di vista funzionale, e per quanto concerne la parte di cinematica, il sistema e' composto dai seguenti moduli operativi:

- 1) **Digitalizza**: permette la descrizione interattiva e la modifica di meccanismi piani.
- 2) **Cinematica**: effettua l'analisi cinematica in modo automatico
- 3) **Lemo** : consente di definire ed assegnare le leggi di moto ai moventi e di effettuare la fasatura delle stesse.
- 4) **Profila** : profilatura delle camme (anche coniugate)
- 5) **Archivio** : gestisce l'archivio di macchine o si singoli meccanismi.
- 6) **Output** : presentazione dei risultati su video, plotter e stampante.

L'attivazione dei moduli operativi è affidata al modulo di gestione come indicato nello schema funzionale di figura 2.

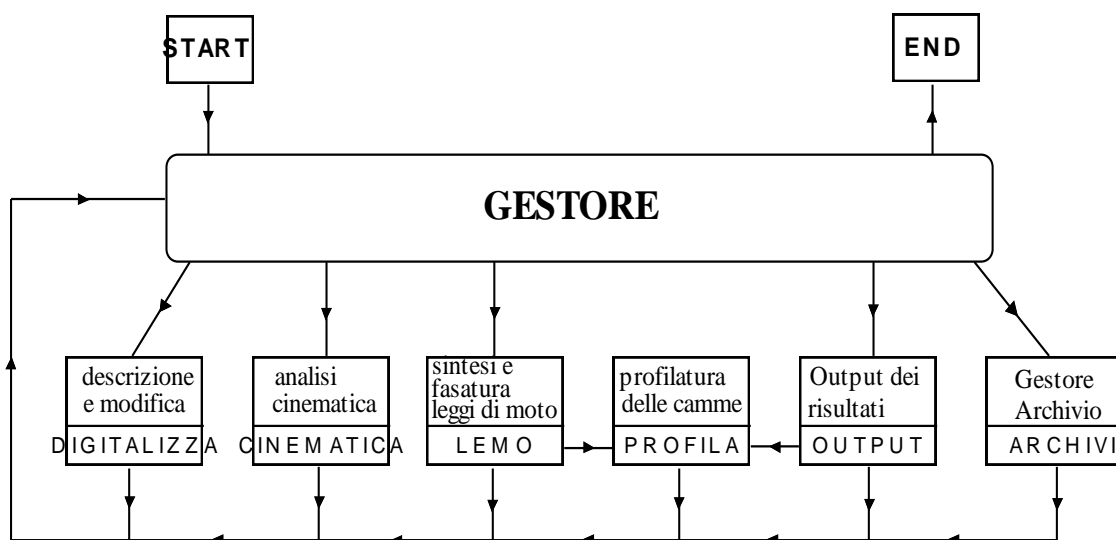


Figura 2 interconnessioni tra i moduli di **MeCad**

Quando un modulo viene attivato rimane attivo fino a quando il progettista decide di ripassare il controllo al **Gestore**.

L'utilizzo classico dei moduli di **MeCad** è quello relativo ad una progettazione in cui, utilizzando iterativamente gli strumenti a disposizione, si arriva per tentativi alla soluzione desiderata.

Nella figura 3 è riportato un diagramma di flusso che rispecchia questo modo di procedere.

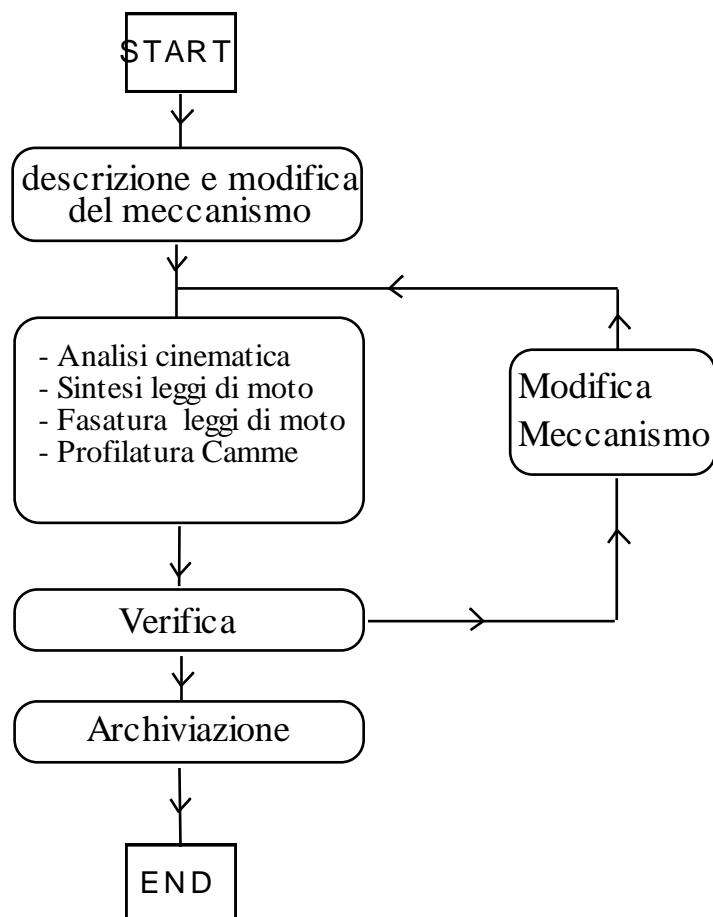


Figura 3 Diagramma di flusso di **MeCad**

I - 3 DESCRIZIONE E MODIFICA DI MECCANISMI

I - 3.1 Descrizione

La prima operazione da effettuare con **MeCad** è la descrizione del meccanismo che consiste nel definirne le caratteristiche geometriche e cinematiche "digitalizzando" lo schema cinematico (nella figura 4 è riportato un meccanismo ed il corrispondente schema cinematico).

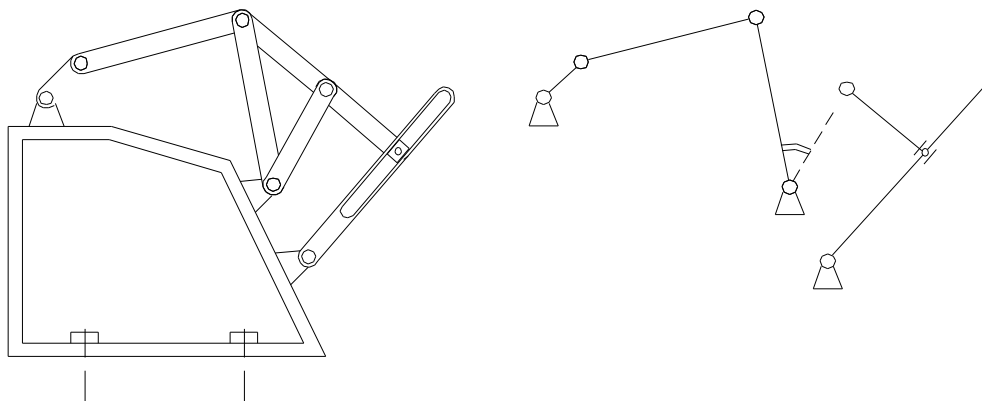


Figura 4 Meccanismo e relativo schema cinematico

In questa fase i membri sono rappresentati da segmenti (**aste**) che collegano gli accoppiamenti cinematici (**nodi**) rappresentati con gli usuali simboli grafici. Per facilitare la fase di digitalizzazione del meccanismo, **MeCad** mette a disposizione un comoda e chiara interfaccia grafica.

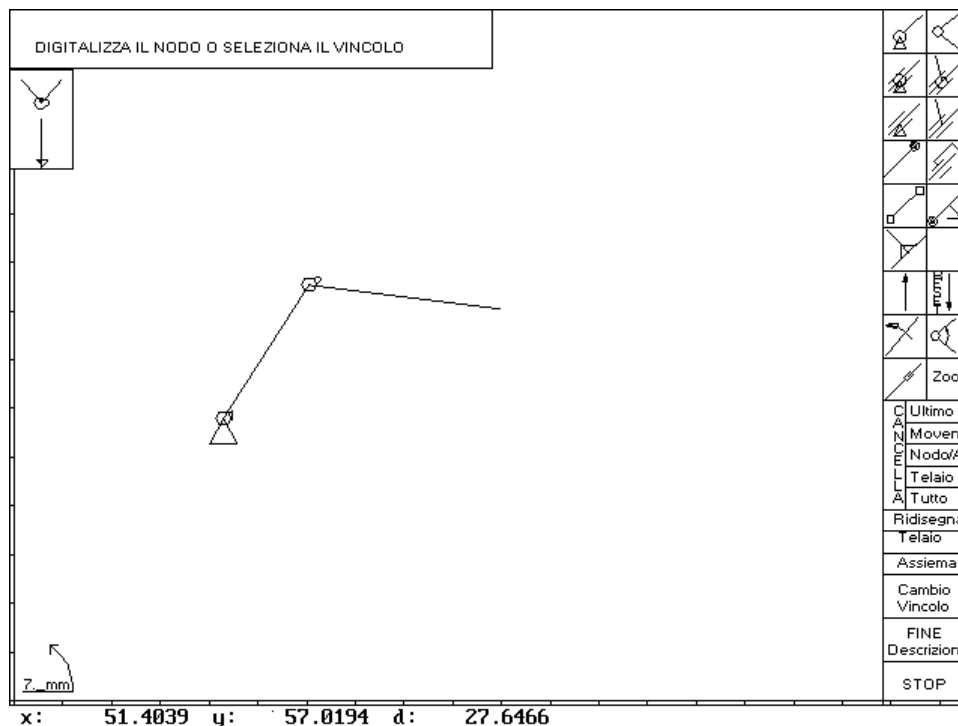


Figura 5 Menù grafico

Le operazioni da effettuare in questa fase sono estremamente semplici e consistono nel selezionare sul menù il tipo di accoppiamento cinematico presente nel nodo e posizionarlo, con il mouse nell'area di lavoro. Queste due operazioni vanno ripetute fino ad aver indicato tutti i nodi presenti nello schema cinematico.

L'ultima operazione da effettuare consiste nella definizione dei moventi del meccanismo che viene fatta selezionando il tipo di azionamento (rotante o lineare) e indicando il membro a cui viene assegnato.

Durante la descrizione dello schema cinematico non è necessario seguire un ordine particolare nell'immissione dei nodi; quindi il progettista può procedere nella digitalizzazione nel modo che gli è più congeniale.

Terminata la descrizione, **MeCad** verifica che il meccanismo non contenga errori ed assegna automaticamente ai moventi le leggi di moto di default.

I - 3.2 Modifica

Una volta descritto o prelevato dall'archivio lo schema cinematico di un meccanismo, è possibile effettuare le seguenti operazioni:

- ***Modifica della posizione dei nodi.***
- ***Modifica della lunghezza delle aste.***
- ***Aggiunta o cancellazione di aste.***
- ***Modifica di accoppiamenti cinematici.***
- ***Sostituzione di moventi.***
- ***Collegamento con un altro meccanismo prelevato dall'archivio.***
- ***Modifica dell'orientamento dei telai.***

Per facilitare il lavoro del progettista in fase di modifica e di analisi, è stata prevista la possibilità di conservare quattro diverse configurazioni (**Livelli**) dello stesso meccanismo e di scegliere con quale di queste lavorare. In questo modo il progettista può confrontare agevolmente le varie ipotesi di progetto passando da una configurazione all'altra del meccanismo. Operativamente i quattro livelli del sistema articolato vengono gestiti in modo interattivo dal progettista che ha la possibilità di scegliere quello di lavoro e di copiare una particolare configurazione del meccanismo che sta progettando da un livello all'altro.

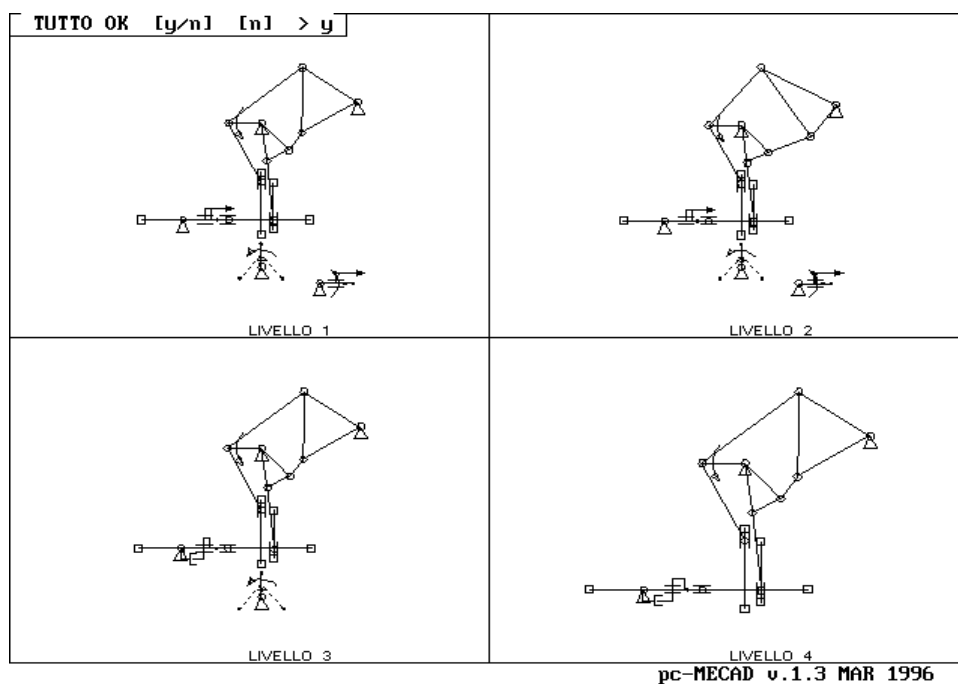


Figura 6 I quattro livelli del meccanismo

I - 3.2.1 Modifica della posizione dei nodi.

La modifica della posizione dei nodi può essere eseguita con i seguenti metodi:

- Assegnando la nuova posizione tramite il cursore del mouse
- Assegnando le componenti dello spostamento tra la posizione attuale e la nuova
- Definendo la nuova posizione tramite un sistema di riferimento polare del quale è possibile definire l'origine.
- Modificando la lunghezza di un'asta che converge nel nodo.

Nel caso in cui su un'asta interessata dalla modifica giaccia un carrello o un pattino, la modifica coinvolge anche la posizione di tale nodo e la lunghezza dell'asta che giunge in questo nodo. Nell'esempio sotto riportato si vede che modificando la posizione del nodo 3, portandolo in 3', il nodo 5 passa in 5'.

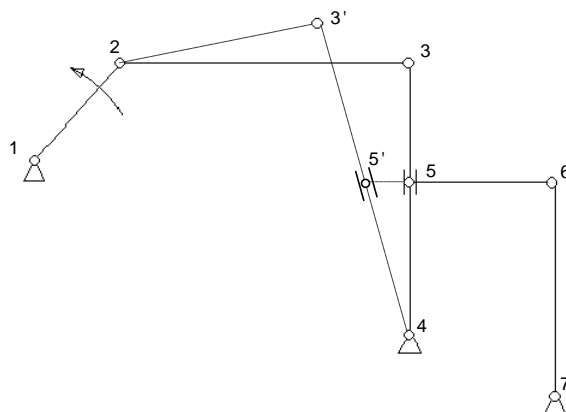


Figura 7 Modifica congruente

La nuova posizione del nodo 5 viene trovata intersecando la retta passante per 5-6 con la retta passante per 3'-4.

Nel caso in cui tale intersezione non sia sull'asta 3'-4 la modifica viene ritenuta incongruente (Fig. 8) e non viene eseguita.

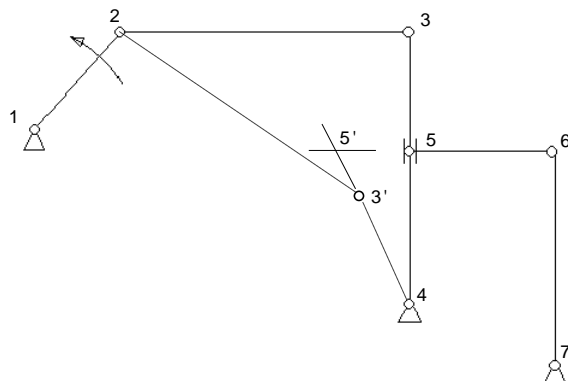


Figura 8 Modifica non congruente

I - 3.2.2 Modifica della lunghezza delle aste.

Si è visto al punto precedente che, cambiando la posizione di un nodo, si modificano non solo implicitamente le lunghezze delle aste che concorrono in quel nodo, ma eventualmente anche la lunghezza di altre aste vincolate con le precedenti.

Modificando invece esplicitamente la lunghezza di una o più aste, **MeCad** trova, se possibile, la nuova configurazione che il meccanismo deve assumere affinché non vari la lunghezza degli altri membri.

I - 3.2.3 Aggiunta o cancellazione di aste.

E' possibile in qualsiasi momento aggiungere o cancellare delle aste dallo schema cinematico. In caso di cancellazione, assieme all'asta vengono cancellati anche i vincoli cinematici a questa associati. L'aggiunta di una nuova asta si effettua con le stesse procedure utilizzate per la descrizione del meccanismo, mentre per la cancellazione è sufficiente selezionare il comando di cancellazione e indicare sul video l'asta che si vuole eliminare.

I - 3.2.4 Modifica di accoppiamenti cinematici.

E' possibile modificare la tipologia dei vincoli che caratterizzano lo schema cinematico. Tale operazione avviene molto semplicemente indicando su video il vincolo da modificare e successivamente indicando sul menù il nuovo vincolo.

I - 3.2.5 Sostituzione di moventi.

E' possibile cambiare i moventi definiti in fase di digitalizzazione: quindi definire come cedente un movente e definire al suo posto come movente un qualsiasi cedente. Il programma

lascia la più ampia possibilità di scelta limitandosi a controllare che venga mantenuta la congruenza tra i gradi di libertà del sistema ed i moventi. Questa possibilità si rivela molto utile nel caso in cui, per un certo meccanismo, essendo nota la legge di moto che si vuole abbia un cedente, si voglia risalire a quella che deve essere la legge di moto di un movente. E' infatti possibile con **MeCad** definire come movente il cedente con legge di moto assegnata e ricavare quindi la legge di moto del movente definito come cedente. La legge di moto trovata è quella che bisognerà assegnare al vero movente affinché il cedente in questione abbia la legge di moto desiderata.

I - 3.2.6 Collegamento con meccanismi prelevati da archivio.

Con **MeCad** è possibile prelevare un meccanismo dall'archivio, posizionarlo opportunamente sul piano di lavoro e collegarlo, se necessario. Con il meccanismo che si sta studiando. In questo modo è possibile ottenere la simulazione di due (o più) meccanismi distinti ma con leggi di moto dei moventi tra loro fasate. Ad esempio ciò è utile quando si desidera studiare il comportamento di una macchina nel suo complesso. E' anche possibile collegare tra loro due (o più) meccanismi con aste opportunamente vincolate, allo scopo di ottenere un meccanismo più complesso. In questo modo è possibile partire da meccanismi precedentemente analizzati per realizzare progetti di maggiore complessità.

I - 3.2.7 Nuovo orientamento dei telai.

E' possibile assegnare il sistema di riferimento cartesiano del meccanismo indicando, ad esempio, una nuova origine ed la rotazione rispetto al vecchio sistema di riferimento. Questa possibilità è particolarmente utile qualora si desideri, ad esempio, inserire il meccanismo in una macchina.

I - 4 ANALISI CINEMATICA

L'analisi cinematica consiste nel determinare le caratteristiche del moto (spostamento, velocità ed accelerazione) dei membri mobili del sistema articolato in funzione del moto dei moventi.

L'analisi cinematica viene effettuata in modo completamente automatico da **MeCad** che, terminata la fase di descrizione o modifica, provvede alla individuazione, alla scrittura e alla soluzione delle equazioni di spostamento.

Se necessario (ad esempio per ottenere i tabulati degli andamenti di spostamento, velocità ed accelerazione con un passo desiderato di stampa) è possibile modificare alcuni parametri quali l'intervallo di tempo tra due posizioni di analisi (passo) e la tolleranza di calcolo.

Gli algoritmi utilizzati permettono inoltre di individuare eventuali configurazioni critiche del meccanismo (ad esempio l'allineamento di due aste che determina una configurazione di impuntamento) che vengono segnalate all'utente.

Il sistema effettua l'analisi cinematica basandosi sullo schema vettoriale del meccanismo che viene ottenuto (Figura 10), sostituendo le aste con vettori, ai quali viene assegnato arbitrariamente il verso.

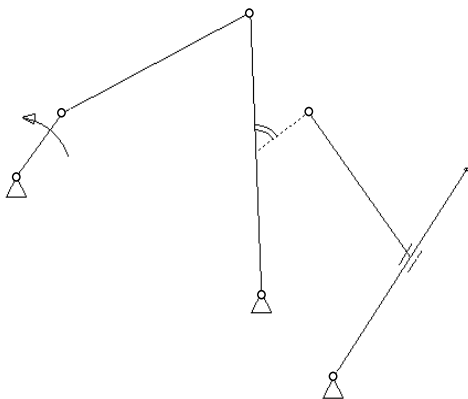


Figura 9 Schema cinematico

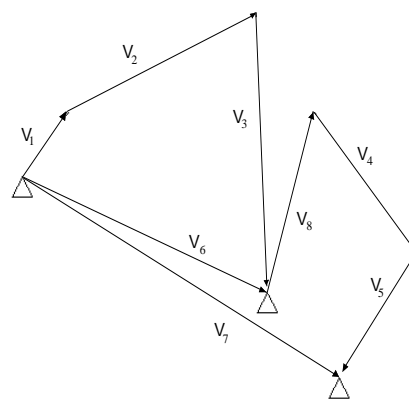


Figura 10 Rappresentazione vettoriale

Ogni vettore può essere rappresentato nella seguente forma:

$$\mathbf{V}_j = |\mathbf{V}_j| e^{i\phi_j}$$

dove $|\mathbf{V}_j|$ e ϕ_j sono rispettivamente *modulo* ed *anomalia*.

Utilizzando la forma vettoriale è possibile scrivere le equazioni di posizione con le quali imporre la congruenza degli spostamenti.

Riferendoci alla figura 10 si perviene alle due equazioni vettoriali:

$$\mathbf{V}_1 + \mathbf{V}_2 + \mathbf{V}_3 - \mathbf{V}_6 = 0$$

$$\mathbf{V}_1 + \mathbf{V}_2 + \mathbf{V}_3 + \mathbf{V}_8 + \mathbf{V}_4 + \mathbf{V}_5 - \mathbf{V}_7 = 0$$

Dalla soluzione del sistema si ricavano, note le posizioni dei moventi, le posizioni degli altri membri del sistema articolato. Derivando le equazioni di posizione si ottengono le velocità e, con una ulteriore derivazione, le accelerazioni.

La soluzione del sistema delle equazioni vettoriali di posizione viene effettuata in modo iterativo, utilizzando il metodo di Newton-Raphson.

I - 5 PROGETTAZIONE E FASATURA DELLE LEGGI DI MOTO

Nelle macchine i meccanismi vengono spesso utilizzati per realizzare catene cinematiche complesse, costituite collegando tra loro più meccanismi (camme, sistemi articolati, ingranaggi, ecc.), ognuno dei quali viene utilizzato per effettuare una particolare funzione o per trasmettere il moto. In queste macchine l'azionamento del meccanismo può essere ottenuto o direttamente dal motore, oppure tramite un altro meccanismo che trasforma la legge di moto del motore.

Per studiare il comportamento del sistema si devono pertanto conoscere le leggi di moto imposte ai moventi. Queste leggi sono spesso costituite da moti periodici, cioè da moti che si ripetono identicamente ad intervalli regolari di tempo. L'andamento della legge di moto in un periodo (**ciclo base** della legge) dipende dalle caratteristiche del motore ed eventualmente dal meccanismo che ha effettuato la trasformazione.

Per l'analisi di meccanismi con più di un grado di libertà, è indispensabile conoscere, oltre ai cicli base, il legame tra i tempi di inizio delle varie leggi di moto, che chiameremo "*fasatura*".

Per "*fasare*" le leggi di moto è necessario avere un sistema di riferimento rispetto al quale riferire le singole leggi. Questo può essere, nel caso in cui vi sia un unico motore, la rotazione di un elemento del sistema. Nel caso generale, in cui si hanno più elementi motori, per svincolarsi da riferimenti particolari, si utilizza il tempo come riferimento assoluto.

I tipi di leggi di moto utilizzabili con **MeCad** permettono di simulare i seguenti tipi di movimento:

- *uniforme*,
- *periodico alternativo*,
- *periodico intermittente*.

Le leggi periodiche vengono definite assegnando il ciclo (**ciclo base**) che le caratterizza e il numero di volte che tale ciclo deve essere ripetuto. Ovviamente è possibile utilizzare leggi di moto definite da un unico ciclo base.

Nelle figure seguenti sono illustrate alcune leggi di moto utilizzabili con **MeCad** che permettono di simulare il comportamento di una vasta gamma di moventi.

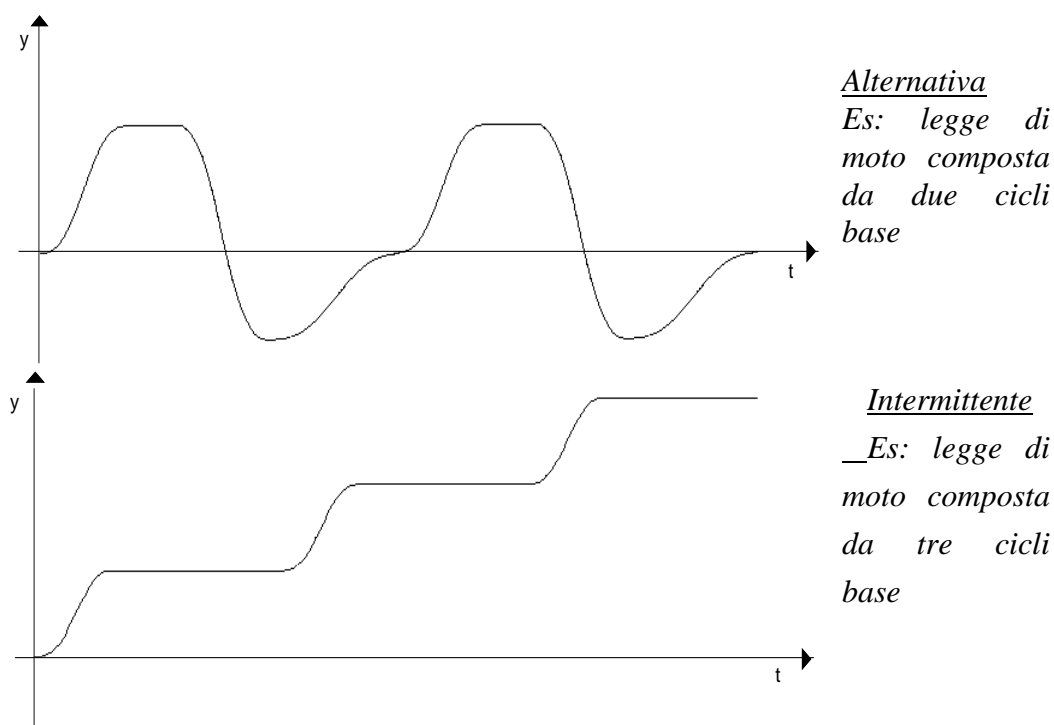


Figura 11 Due tipi di legge di moto

Queste leggi "standard" sono definibili in **MeCad** in forma parametrica in modo da ridurre al minimo le informazioni che il progettista deve fornire per descriverle.

Inoltre l'utente ha la possibilità di preparare , con altri programmi, il ciclo base per la definizione di una legge di moto e di trasmetterlo a **MeCad** tramite file.

I cicli base che si possono definire con **MeCad** sono composti da una successione di tratti di salite o discese (inframmezzati eventualmente da tratti di arresto), ognuno dei quali caratterizzato da un'alzata **H** e dal corrispondente tempo di avanzamento **Ta** (ogni tratto ha ai suoi estremi velocità nulla).

I cicli base disponibili in **MeCad** sono:

- **1 ciclo generico**
- **2 ciclo letto da file**
- **3 ciclo a velocità costante**
- **4 ciclo con accelerazione costante ad inizio e fine corsa.**

Nota:

il ciclo a velocità costante è quello che viene assegnato per default a tutti i moventi al termine della fase di digitalizzazione.

I - 5.1 Ciclo Generico

Il ciclo generico permette di ottenere un'ampia classe di leggi di moto.

Per definirlo si deve suddividere il diagramma delle alzate in una serie di tratti aventi agli estremi velocità nulla, ognuno dei quali è caratterizzato dall'alzata e dal relativo tempo di avanzamento. L'assegnazione dell'andamento della legge di moto nel tratto viene fatta definendo il diagramma dell'accelerazione.

I diagrammi delle accelerazioni più utilizzati vengono ricavati a partire da quello indicato nella figura 12 relativo ad una trapezoidale modificata

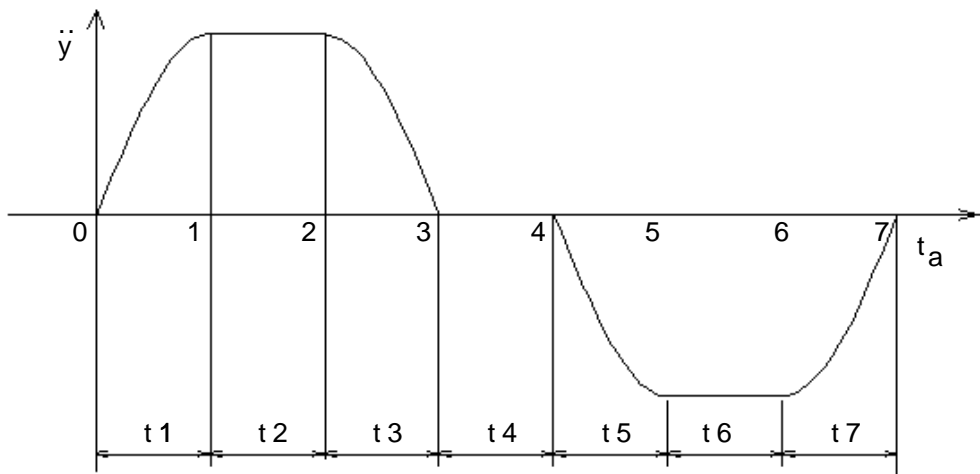
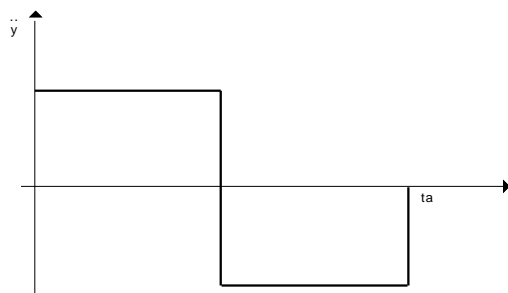


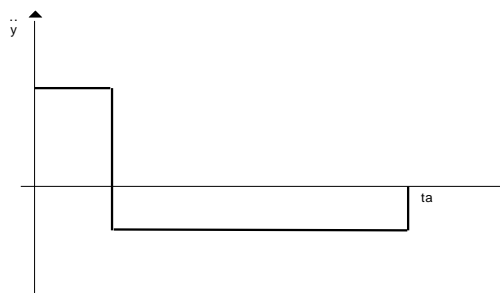
Figura 12 Trapezoidale modificata

Questo diagramma è suddiviso in 7 zone. Nelle zone 2, 4 e 6 l'accelerazione è costante, mentre nelle zone 1, 3, 5, 7 l'andamento è sinusoidale. La presenza di tratti sinusoidali in corrispondenza delle variazioni di accelerazione permette di ottenere un movimento con disturbi dinamici limitati.

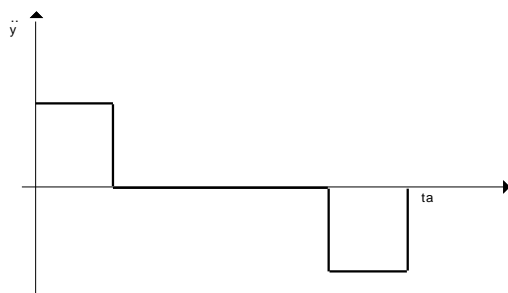
Assegnando opportunamente l'ampiezza ad ognuno dei tratti, è possibile ottenere diversi diagrammi delle accelerazioni, alcuni dei quali sono rappresentati nella seguenti figure.

Accelerazione costante simmetrica

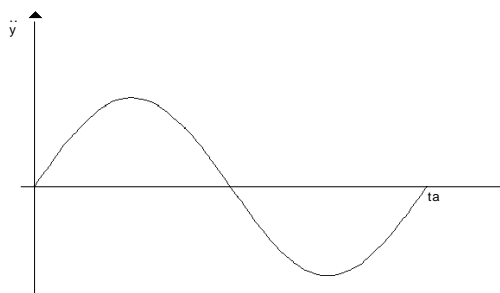
$$t_2 = t_6 = 0.5 t_a$$

Accelerazione costante asimmetrica

$$t_6 = t_a - t_2$$

Accelerazione costante tagliata

$$t_2 = t_6, \quad t_4 = t_a - 2 t_2$$

Accelerazione sinusoidale

$$t_1 = t_3 = t_5 = t_7 = (1/4) t_a$$

Figura 13 Alcuni tipi di diagrammi delle accelerazioni

Per una più completa discussione sulla definizione delle leggi di moto si rimanda al:
P.L. Magnani, G. Ruggieri, "Meccanismi per Macchine Automatiche" UTET.

I - 5.2 Ciclo a velocità costante

E' un ciclo suddiviso in due tratti (andata e ritorno), nei quali il movente si muove a velocità costante.

Per i moventi rotanti il ciclo può essere costituito da un singolo tratto, permettendo di schematizzare il moto rotatorio uniforme.

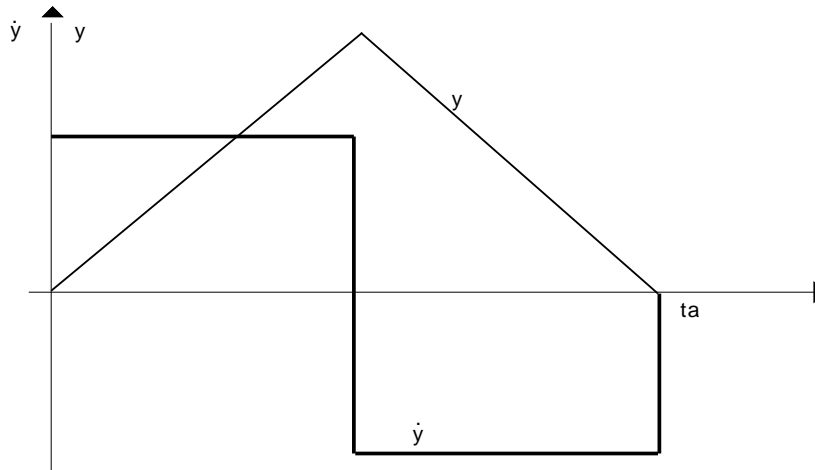


Figura 14 Ciclo a velocità costante

Per la definizione del ciclo è sufficiente assegnare la corsa e la velocità.

Difficilmente si utilizzeranno nelle macchine moventi con leggi di moto caratterizzate da questo ciclo, in quanto agli estremi di ogni tratto l'accelerazione sarebbe di valore infinito e pregiudicherebbe il corretto funzionamento del meccanismo.

Questo ciclo è stato introdotto per permettere una semplice analisi di mobilità del meccanismo e per quei casi in cui è sufficiente l'analisi delle traiettorie.

Per questo motivo viene utilizzato automaticamente da **MeCad** come ciclo di default in fase di digitalizzazione, con i parametri che lo definiscono assegnati nel seguente modo:

- **moventi rotanti**
corsa di 360 gradi
velocità di 1 rad/sec
- **moventi lineari:**
corsa pari ad un terzo della loro lunghezza
velocità in modo da rispettare il tempo di ciclo di 6.28 sec

I - 5.3 Ciclo ad accelerazione costante ad inizio e fine tratto

E' un ciclo analogo a quello descritto precedentemente con la differenza che all'inizio ed alla fine di ogni tratto vi sono due zone ad accelerazione costante.

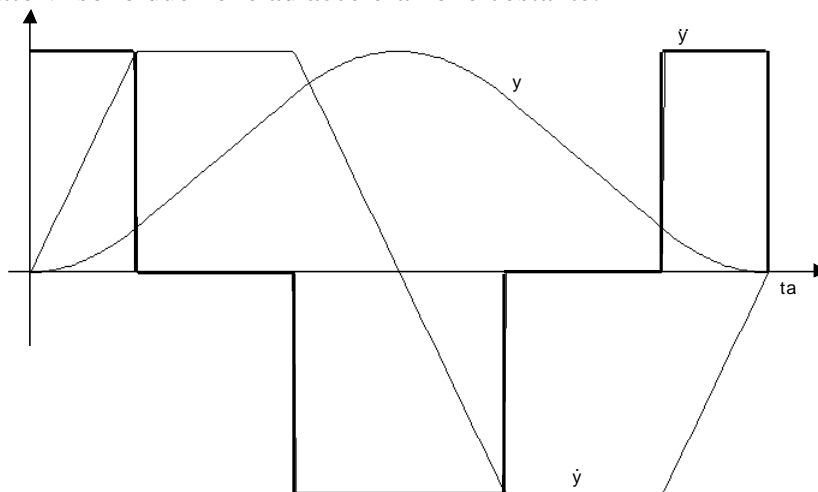


Figura 15 Ciclo ad accelerazione costante

Per la definizione del ciclo è necessario assegnare:

- *la corsa*
- *l'accelerazione*
- *la velocità massima*

I - 5.4 Sincronizzazione del ciclo base

Definiti i parametri del ciclo base, è possibile effettuare la *sincronizzazione* rispetto alla posizione iniziale del movente; ciò permette di definire il ciclo indipendentemente dalla posizione del movente.

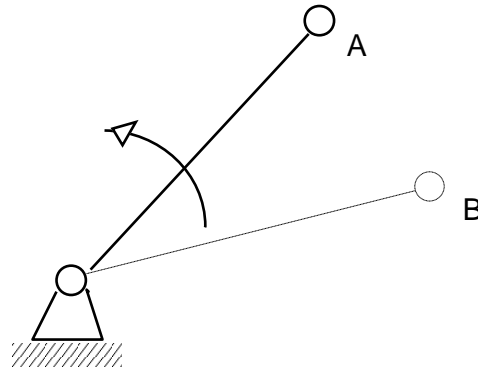


Figura 16

Nell'esempio di figura con la posizione **A** si è indicato il movente nella configurazione iniziale del meccanismo, mentre con **B** si è indicata quella in cui il movente viene a trovarsi all'inizio del ciclo base.

Per effettuare questa sincronizzazione, si deve specificare l'intervallo di tempo **Tsin** tra le due posizioni. Questa operazione permette quindi di cambiare il sistema di riferimento temporale rispetto al quale è stato definito il ciclo base.

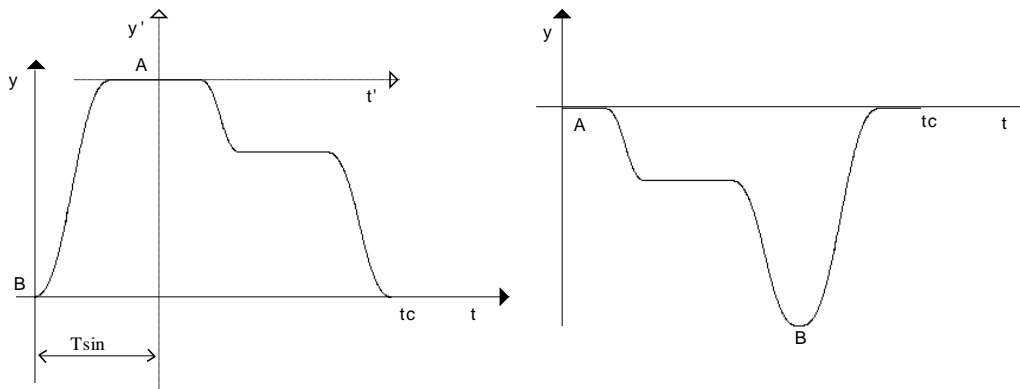


Figura 17 ciclo riferito alla nuova origine e ciclo base effettivo.

Il modo con cui si effettua questa operazione varia a seconda del tipo di ciclo base che si utilizza. Per il ciclo generico e per quello letto da file si deve specificare il tempo di sincronismo (**Tsin**) mentre per i restanti cicli si deve assegnare la posizione del movente all'inizio del ciclo base (α_0 oppure l_0) servendosi della quale viene calcolato automaticamente il tempo di sincronismo.

I - 5.5 Fasatura

Le leggi di moto utilizzabili con **MeCad**, come già detto, sono leggi periodiche ottenute ripetendo varie volte il ciclo base. Le caratteristiche delle leggi di moto vengono definite specificando il ciclo base e definendo l'intervallo in cui la legge di moto impone il movimento al membro a cui è applicata.

Questo intervallo viene definito assegnando, rispetto al riferimento assoluto, il tempo di inizio (**Tiniz**) ed il tempo di fine della legge di moto (**Tfine**).

Il tempo di inizio, nel caso di più moventi, permette di fasare le varie leggi in modo da ottenere la sequenza di movimenti desiderata.

Il tempo di fine legge viene utilizzato per interrompere il movimento dell'azionamento in un qualsiasi istante.

Il tempo di fine può essere assegnato direttamente, oppure ottenuto definendo il numero di cicli (**Ncicli**) che il movente effettuerà prima di arrestarsi. In tale modo, detto **Tciclo** il periodo di un ciclo base completo, il tempo **Tfine** diviene:

$$\mathbf{Tfine = Tciclo * Ncicli + Tiniz}$$

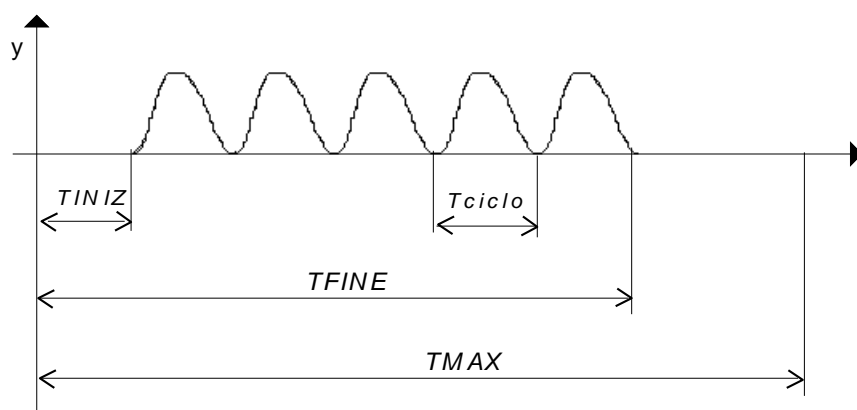


Figura 18 legge di moto composta da 5 cicli base.

Nota:

l'analisi cinematica viene effettuata nell'intervallo temporale 0 - TMAX.

Definendo in questo modo le leggi di moto, è possibile, come indicato nella figura che segue, utilizzare moventi che intervengono solo in determinati intervalli di tempo (ad esempio per regolazioni).

I - 6 PROFILATURA DELLE CAMME

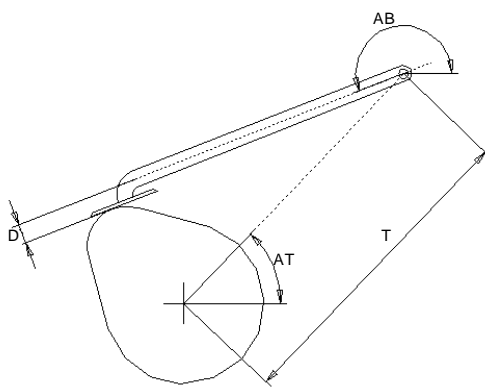
Una volta determinata, con le modalità viste, la legge di moto di un'asta rotante incernierata a terra (camme a bilanciere) o di un carrello scorrevole su un telaio (camme a punteria), è possibile con **MeCad** ottenere il profilo della camma in grado di realizzarla.

I meccanismi a camma che si possono progettare sono:

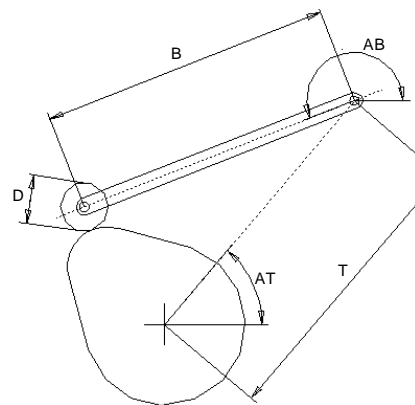
- *a bilanciere con cedente a rotella*
- *a bilanciere con cedente a piattello*
- *a punteria con cedente a rotella*
- *a punteria con cedente a piattello*

Si possono ottenere inoltre camme esterne od interne.

I parametri necessari per la definizione della tipologia e delle dimensioni desiderate del meccanismo a camma, vengono richiesti interattivamente da **MeCad** tramite opportune interfacce grafiche rappresentate nelle figure 33 e 34.

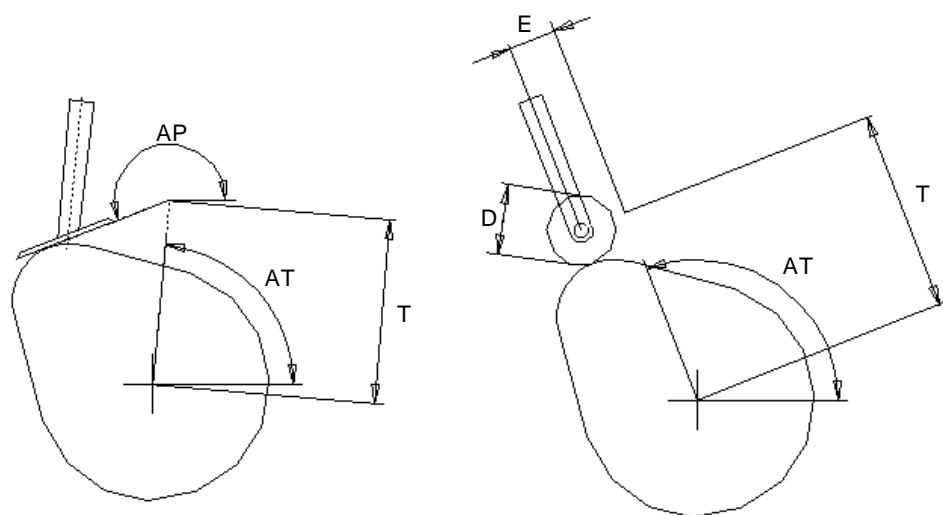


T: *lunghezza telaio*
 AT: *angolo del telaio*
 AB: *angolo iniziale del bilanciere*
 D: *disassamento del piattello*



T: *lunghezza telaio*
 AT: *angolo del telaio*
 AB: *angolo iniziale del bilanciere*
 B: *lunghezza del bilanciere*
 D: *diametro della rotella*

Figura 19 Camme a bilanciere.



T: *lunghezza iniziale telaio.*

AT: *angolo del telaio*

AP: *angolo del piattello*

T: *lunghezza telaio*

AT: *angolo del telaio*

E: *eccentricità*

D: *diametro della rotella*

Figura 20 Camme a punteria

In output **MeCad** fornisce:

- *il disegno schematico del meccanismo a camma*
- *il diagramma dell'angolo di pressione tra camma e cedente*
- *il diagramma del raggio di curvatura del profilo della camma*
- *il disegno dell'involuppo generato dal percorso fresa*
- *un tabulato con:*

la legge di moto del cedente, il profilo della camma, l'andamento dell'angolo di pressione, il raggio di curvatura, ed il percorso fresa.

Avvalendosi dei dati forniti da **MeCad** il progettista può eventualmente procedere ad apportare quelle modifiche (legge di moto, geometria del meccanismo a camma) che permettono di ottenere il risultato desiderato.

I - 7 L'ARCHIVIO DEI MECCANISMI

MeCad mette a disposizione un Archivio di meccanismi che offre le seguenti possibilità:

- 1) memorizzazione di meccanismi su file con la possibilità di associarvi un commento (al massimo 60 caratteri).
- 2) Lista a video o su stampante dell'elenco dei nomi dei meccanismi memorizzati con il relativo commento.
- 3) Prelevamento da archivio di un meccanismo.
- 4) Cancellazione di un meccanismo dall'archivio.

E' quindi possibile salvare anche temporaneamente il progetto che si sta sviluppando oppure realizzare una libreria personalizzata di meccanismi di base da utilizzare come punto di partenza per progetti di maggiore complessità.

I - 8 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Effettuata l'analisi cinematica è possibile ottenere a video:

- *Le traiettorie dei nodi*
- *Le leggi di moto dei membri*
- *Le leggi di moto dei moventi*
- *Le leggi di moto dei nodi*
- *La simulazione del movimento*
- *Gli angoli di trasmissione*

Questi risultati vengono visualizzati sotto forma di schemi cinematici, diagrammi, tabelle, ecc.; inoltre è possibile richiederne il plottaggio.

Ovviamente e' anche possibile inviare in stampa i tabulati relativi ai diagrammi che compaiono sul video.

I - 9 Interfacciamento con CAD HP ME10

Terminato il progetto cinematico del meccanismo (oppure di una o più macchine) e' possibile trasferire lo schema cinematico in ambiente ME10 per definire la forma delle aste.

Questo interfacciamento, oltre a permettere di ottenere i disegni costruttivi dei singoli componenti, consente di effettuare la simulazione in ambito ME10. In questo modo sono verificabili eventuali interferenze tra le aste di una stessa macchina o tra quelle di macchine differenti.

Definendo con ME10 un ambiente di lavoro formato da elementi fissi che circondano la macchina, risulta possibile verificare le interferenze tra questo e i membri mobili. Va sottolineato che in ME10 non e' possibile alterare la geometria e la tipologia dello schema cinematico ma si può modificare solo la forma degli elementi che compongono il meccanismo

MeCad

MECHANISM COMPUTER AIDED DESIGN

II MANUALE D'USO (PARTE II)

Versione 1.5 Luglio 97

INDICE

I	MANUALE D'USO (PARTE I)	1
	I.0 INTRODUZIONE.	1
	I.1 RICHIAMI SUI MECCANISMI	2
	I.2 DESCRIZIONE FUNZIONALE DI MECAD	5
	I.3 DESCRIZIONE E MODIFICA DI MECCANISMI	7
	<i>I.3.1 Descrizione</i>	7
	<i>I.3.2 Modifica</i>	8
	I.3.2.1 Modifica della posizione dei nodi.	9
	I.3.2.2 Modifica della lunghezza delle aste.	10
	I.3.2.3 Aggiunta o cancellazione di aste.	10
	I.3.2.4 Modifica di accoppiamenti cinematici.	10
	I.3.2.5 Sostituzione di moventi.	10
	I.3.2.6 Collegamento con meccanismi prelevati da archivio.	11
	I.4 ANALISI CINEMATICA	12
	I.5 PROGETTAZIONE E FASATURA DELLE LEGGI DI MOTO	14
	<i>I.5.1 Ciclo Generico</i>	16
	<i>I.5.2 Ciclo a velocità costante</i>	18
	<i>I.5.3 Ciclo ad accelerazione costante ad inizio e fine tratto</i>	19
	<i>I.5.4 Sincronizzazione del ciclo base</i>	20
	<i>I.5.5 Fasatura</i>	21
	I.6 PROFILATURA DELLE CAMME	22
	I.7 L'ARCHIVIO DEI MECCANISMI	24
	I.8 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	25
	I.9 INTERFACCIAMENTO CON CAD HP ME10	26
II	MANUALE D'USO (PARTE II)	27
	II.0 INTRODUZIONE	1
	<i>II.0.1 Sistema di assi cartesiani di riferimento</i>	2
	<i>II.0.2 Input da tastiera</i>	2
	<i>II.0.3 Movimento del mouse</i>	2
	<i>II.0.4 Coordinate del mouse</i>	2
	<i>II.0.5 Coordinate del cursore (mouse/tastiera)</i>	3
	<i>II.0.6 Elenco dei file di MeCad</i>	3
	<i>II.0.7 I file di BackUp</i>	4
	<i>II.0.8 Nomi dei files</i>	4
	II.1 INSTALLAZIONE ED AVVIO DI MECAD (VERSIONE PER PC)	5
	<i>II.1.1 Installazione rapida di MECAD</i>	5

<i>II.1.2 Installazione di MeCad per Windows</i>	6
<i>II.1.3 Direttorio di archivio</i>	6
<i>II.1.4 Avvio di MeCad</i>	7
II.1.4.1 Avvio di MeCad da DOS	7
II.1.4.2 Avvio di MeCad da Windows	7
II.2 COMANDI GLOBALI	8
II.3 GESTORE	9
II.4 L'ARCHIVIO DEI MECCANISMI	11
<i>II.4.1 Descrizione dei comandi</i>	12
II.5 DIGITALIZZAZIONE DI MECCANISMI	13
<i>II.5.1 Scelta della scala</i>	13
<i>II.5.2 Digitalizzazione</i>	14
II.5.2.1 Scelta degli accoppiamenti cinematici	15
II.5.2.2 Direzioni di scorrimento su telai	16
II.5.2.3 Direzioni di scorrimento su membri mobili	16
II.5.2.4 Membri definiti da due nodi	16
II.5.2.5 Membri definiti da più di due nodi	16
II.5.2.6 Moventi	17
II.5.2.7 Definizione di un telaio	17
II.5.2.8 Fine descrizione e il comando Stop.	17
II.5.2.9 L'opzione Assiema	18
<i>II.5.3 Errori di digitalizzazione</i>	20
II.6 MODIFICHE AL MECCANISMO	22
<i>II.6.1 Modifiche geometriche</i>	22
<i>II.6.2 Modifiche funzionali</i>	22
<i>II.6.3 Modulo di modifica</i>	22
<i>II.6.4 Modifica della posizione dei nodi</i>	23
II.6.4.1 Descrizione dei comandi	24
<i>II.6.5 Modifica della lunghezza delle aste</i>	26
<i>II.6.6 Aggiunta e cancellazione di membri</i>	28
<i>II.6.7 Modifica di accoppiamenti cinematici</i>	28
<i>II.6.8 Sostituzione dei moventi</i>	28
<i>II.6.9 Modifica del sistema cartesiano di riferimento</i>	29
<i>II.6.10 Gestione dei Livelli</i>	30
<i>II.6.11 Richiesta informazioni</i>	31
<i>II.6.12 Servizi</i>	32
II.7 DEFINIZIONE DELLE LEGGI DI MOTO	33
<i>II.7.1 Ciclo generico</i>	34

<i>II.7.2 Ciclo letto da file</i>	35
<i>II.7.3 Ciclo a velocità costante</i>	36
<i>II.7.4 Ciclo ad accelerazione costante agli estremi della corsa</i>	36
<i>II.7.5 Altri comandi del modulo</i>	37
II.8 FASATURA DELLE LEGGI DI MOTO	41
II.9 MODIFICA I DEFAULT DELL'ANALISI CINEMATICA	44
II.10 OUTPUT	45
<i>II.10.1 Struttura dati e legge di moto</i>	45
II.10.1.1 Descrizione dei comandi.	45
<i>II.10.2 Traiettorie</i>	47
II.10.2.1 Descrizione dei comandi	47
<i>II.10.3 Visualizzazione delle leggi di moto di aste e nodi</i>	49
II.10.3.1 Generalità	49
II.10.3.2 Analisi cinematica di un nodo	51
II.10.3.3 Analisi cinematica di un'asta	53
II.10.3.4 Analisi cinematica di un carrello o di un pattino	55
<i>II.10.4 Simulazione</i>	55
<i>II.10.5 Angolo di trasmissione</i>	56
<i>II.10.6 Visualizzazione della legge di moto tra due aste</i>	58
II.11 PROFILATURA DELLE CAMME	59
II.12 LIMITI SULLA COMPLESSITÀ DEI MECCANISMI	65

II - 0 INTRODUZIONE

In questa seconda parte del manuale sono descritti i comandi tramite i quali si può accedere alle funzioni di **MeCad**. Per una miglior comprensione di quanto qui trattato si consiglia di verificare direttamente con il programma le funzionalità di ogni comando.

In **MeCad** è possibile scegliere un comando quando sul video è presente il prompt di uno dei moduli operativi. I prompt sono visualizzati nella parte superiore sinistra del video in un rettangolo verde e sono costituiti da uno o più caratteri seguiti da uno spazio e dal carattere ">". Ad esempio quando il modulo **Gestore** è attivo compare il prompt:



In **MeCad** generalmente i comandi sono costituiti da una singola lettera (non è necessario premere il tasto **Return** [↵] per confermare).

Durante una sessione di lavoro **MeCad** interagisce con l'utente richiedendo dati di input che possono essere suddivisi nel modo seguente:

- *valore da assegnare ad un parametro*
- *conferma di una determinata operazione.*

Nel caso di richiesta di parametri il programma visualizza il tipo di parametro richiesto, le sue unità di misura e il suo valore attuale. A questa richiesta si deve rispondere digitando il nuovo valore del parametro seguito da **Return** oppure, se non si desidera modificare il dato, è sufficiente confermare premendo il tasto **Return**.

Nel caso conferma viene presentata la richiesta seguita dalle risposte ammesse (costituite da un singolo carattere), ad esempio [**Y/N**]. Viene utilizzato il tasto [**Y**] o [**S**] per rispondere affermativamente e [**N**] per rispondere negativamente.

Eventuali variazioni a queste regole generali verranno segnalate ove necessario.

Quando il mouse è attivo i suoi bottoni generalmente possono essere usati per confermare un comando. Ad esempio durante la fase di digitalizzazione dello schema cinematico (vedi § II - 5.2), per inserire un nodo ci si posiziona con il mouse nel punto desiderato e per confermare l'inserimento si può premere indifferentemente un tasto alfanumerico o un bottone del mouse.

II - 0.1 Sistema di assi cartesiani di riferimento

Quando in memoria è presente un meccanismo **MeCad** visualizza un sistema di assi cartesiani (asse *X* è disegnato in rosso, asse *Y* in verde) che indica il riferimento attivo in quel momento (vedi § II - 10.3). Per default il riferimento attivo è quello assoluto e in questo caso il sistema d'assi viene disegnato nella parte sinistra dello schermo. Inoltre nella parte in alto a destra del video compare una icona che indica da che riferimento si desidera osservare il moto del meccanismo:

- **ABS**: se il moto viene visto nel sistema assoluto
- **REL**: se il moto viene visto nel sistema relativo

Per passare da una modalità all'altra è sufficiente premere il tasto **[F]** attivo nei moduli di **Simulazione**, **Traiettorie** e **Visualizza** (comandi **[S]**, **[T]** e **[V]** del modulo **Gestore**).

II - 0.2 Input da tastiera

Durante l'input di un campo alfanumerico sono attivi i seguenti tasti funzione:

- [←]**(freccia sinistra) / **[→]**(freccia destra) : per posizionare il cursore
- [Del]** : per cancellare un carattere
- [Tab]** : cancella tutto il campo di input
- [INS]** : modifica la modalità di inserimento (Inserisce/Sovrascrive).

Per confermare i dati assegnati bisogna al solito premere il tasto **Return** **[↵]**.

Per interrompere la fase di inserimento senza modificare il valore del dato in memoria è sufficiente cancellare il campo di Input (ad esempio premendo **[TAB]**) e quindi premere **[ESC]**.

II - 0.3 Movimento del mouse

Per ottenere una migliore precisione di puntamento il cursore del mouse può essere spostato anche usando i tasti freccia (**[←]** **[↓]** **[→]** **[↑]**).

Premendo il tasto **[Ctrl]** (*Control*) o il tasto **[Alt]** contemporaneamente ad un tasto freccia si aumenta la velocità di spostamento del cursore.

II - 0.4 Coordinate del mouse

Quando è abilitato l'uso del mouse appaiono in basso allo schermo i valori delle coordinate *X* ed *Y* (espresse in *mm*) occupate dal puntatore nell'area di lavoro.

Quando il mouse è in modalità "rubber band" vengono visualizzate la lunghezza della linea, il Δx , Δy e l'angolo che essa forma con l'orizzontale.

Quando si usa il mouse per selezionare un'area (ad esempio comando [Z] al § II - 2) dapprima si deve cliccare in un punto dell'area di lavoro per fissare il primo angolo. Quindi si rilasciano i bottoni e si muove il mouse per selezionare la porzione di schermo desiderata. Il programma visualizza, in bianco, un rettangolo che ha un angolo nella posizione di partenza e quello opposto segue il movimento del mouse.

Per confermare è sufficiente cliccare di nuovo un bottone del mouse o premere un tasto alfanumerico.

II - 0.5 Coordinate del cursore (mouse/tastiera)

Quando e' attivo il mouse, se si preme la sequenza di tasti **[Alt] + [Comando desiderato]** il programma chiede all'utente di digitare l'indice del nodo sul quale si vuole compiere l'operazione. Se si digita 0 (default proposto da **MeCad**) si bypassa la richiesta ed il programma chiede all'utente consente di immettere il valore delle coordinate.

Ad esempio, se nel modulo di **Modifica** si desidera spostare il nodo 15 del meccanismo in una posizione assegnata si può operare nel modo seguente:

si preme al sequenza di tasti **[Alt] + [C]** (il comando [C] sposta il nodo usando il cursore del mouse), quindi si digita il numero del nodo (in questo caso 15) ed infine si immettono le nuove coordinate da tastiera.

II - 0.6 Elenco dei file di MeCad

Nella tabella seguente sono riportati i tipi di file utilizzati e forniti da **MeCad**. L'ultima colonna della tabella indica la possibilità di rimuovere il file dalla directory senza compromettere il buon funzionamento del programma.

<i>Estensione</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Directory</i>	<i>Cancellabile</i>
*.exe	File eseguibili	Directory di lavoro	No
*.fon	File contenenti i font	Directory di lavoro	No
*.ico	File contenenti le icone di MeCad	Directory di lavoro	
*.mec	Archivio meccanismi (nuova versione)	Directory di Archivio	
*.mm	Archivio meccanismi (vecchia versione)	Directory di Archivio	
*.cam	Dati del cedente della camma	Directory di Archivio	
*.tab	File per la definizione delle forze e coppie non lineari	Directory di Archivio	
*.ldm	Parametri della legge di moto 7 tratti	Directory corrente	
*.xy	File contenenti il moto di un nodo	Directory corrente	
*.plt	File HpGl da inviare al plotter.	Directory corrente	
*.txt	File di input e di output, ad esempio i file	Directory corrente	

	delle <i>leggi di moto</i> di un nodo		
*.dat	Alcuni output secondari del programma	Directory corrente	Si
*.tmp	File temporanei	Directory corrente	Si
*.	File di swap	Directory corrente	Si

II - 0.7 I file di BackUp

Se si esce dal programma senza aver salvato esplicitamente, **MeCad** salva nella directory di lavoro il meccanismo in memoria come **-ULTIMO-.MEC**. Inoltre il programma salva periodicamente nel file **-BACKUP-.MEC**. Qualora dovesse verificarsi un'uscita anomala dal programma è possibile recuperare buona parte del lavoro riavviando **MeCad** e caricando il file **-BACKUP-.MEC**.

Nota:

Se la directory di Archivio è diversa da quella corrente, per poter caricare il file di Backup e' necessario copiarlo nel direttorio di Archivio.

II - 0.8 Nomi dei files

I nomi dei files debbono essere costituiti da un massimo di **8 caratteri**. Normalmente sono accettate lettere, numeri e segni meno [-]. Talvolta il programma accetta solo lettere. Gli spazi bianchi (anche a fine campo) non hanno nessun effetto

II - 1 INSTALLAZIONE ED AVVIO DI MECAD (versione per PC)

Per il corretto funzionamento della versione di **MeCad** per PC (**Pc-MeCad**) e' necessario che nella directory di lavoro (ad esempio **C:\mecad**) vengano installati i file sotto elencati.

- I 4 files eseguibili (estensione **.exe**):

Mecad.exe :

Elencosa.exe: modulo per visualizzare l'elenco dei meccanismi su disco

Elencamm.exe: modulo per visualizzare l'elenco dei cedenti salvati su disco

Scaldmt.exe modulo per 'scalare' le leggi di moto lette da files

- Il dosextender:

dosxmsf.exe

- I file contenenti i fonts:

file con estensione ***.fon**

Se si desidera avviare il programma da Windows, e associarvi una icona, e' necessario copiare nel direttorio i file che contengono i disegni delle icone:

file con estensione ***.ico**

II - 1.1 Installazione rapida di MECAD

Il programma può essere installato in modo rapido eseguendo le seguenti operazioni:

-1) Inserire la chiave hardware sulla porta parallela LPT1.

-2) Creare il direttorio di lavoro (ad es. **Mecad**). Questa operazione può essere eseguita con il comando DOS **<md>** digitando:

```
C:\>md mecad ↵
```

-3) Posizionarsi nella directory appena creata:

```
C:\>cd mecad ↵
```

-4) inserire il dischetto nel drive (ad es. A) e scompattare i file compressi **Mecadexe.zip** e **Mecadall.zip** digitando i comandi:

```
C:\mecad>a:pkunzip a:mecadexe.zip ↵
```

e

```
C:\mecad>a:pkunzip a:mecadall.zip ↵
```

Per poter avviare il programma da direttori diversi da quello in cui e' installato e' necessario aggiungere il direttorio di lavoro al comando PATH nel file AUTOEXEC.BAT; inoltre bisogna aggiungere le seguenti righe:

```
SET M_bin=C:\mecad (direttorio che contiene i file eseguibili)
```

```
SET M_fon=C:\mecad (direttorio dei font)
```

Nota:

errori nella definizione delle variabili d'ambiente non consentono il corretto funzionamento del programma.

II - 1.2 Installazione di MeCad per Windows

Se si desidera lanciare il programma da Windows 3.10 o 3.11 occorre modificare il file *system.ini* (contenuto nel direttorio **C:\WINDOWS**) aggiungendo le seguenti righe nella sezione [386Enh]:

```
[386Enh]
device = C:\mecad\dosxnt.386
device = C:\mecad\mmd.386
```

Dopo aver compiuto queste operazioni e' possibile installare l'icona da associare a **MeCad** operando nel modo seguente:

dalla voce FILE del PROGRAM MANAGER di Windows si sceglie il comando NUOVO e quindi si seleziona la voce PROGRAMMA. La finestra di input che appare consente di inserire: il nome del programma (nel nostro caso **C:\mecad\mecad.exe**), il direttorio di lavoro (**C:\mecad**) e di scegliere l'icona che si preferisce (uno dei file *.ico) tra quelle che si trovano nel direttorio.

A questo punto per avviare **MeCad** e' sufficiente fare un doppio click sull'icona corrispondente.

Nota:

*se **MeCad** non si avvia con il doppio click sull'icona corrispondente, allora, tramite il comando FILE-NUOVO di Windows puntare MECAD.PIF invece di MECAD.EXE dopodiche' con il PIF-EDITOR verificare che MECAD.PIF punti correttamente a MECAD.EXE (ad esempio che non siano presenti errori nel **path-name**).*

II - 1.3 Direttorio di archivio

Se si desidera archiviare i file contenenti i meccanismi (<*.mec> e <*.mm>), i cedenti delle camme (<*.cam>) o i file delle forze e coppie non lineari (<*.tab>) in una directory (ad esempio C:\ARCHIVIO) diversa da quella corrente, e' sufficiente aggiungere al file AUTOEXEC.BAT la seguente riga:

```
SET M_arch = C:\ARCHIVIO
```

II - 1.4 Avvio di MeCad

All'avvio il programma carica, se e' presente nel direttorio corrente, l'ultimo meccanismo sul quale si e' lavorato (file "-ULTIMO-.MEC") e compare il prompt:



del modulo **Gestore**.

A questo punto potranno essere assegnati i comandi previsti nel **Gestore**

Uno dei comandi possibili è il comando di fine lavoro [**E**] (End) che permette di uscire da **MeCad** e tornare al sistema operativo.

II - 1.4.1 Avvio di MeCad da DOS

Per avviare **MeCad** da ambiente DOS posizionarsi nel direttorio contenente i files eseguibili digitando il comando:

```
C:\>cd mecad [↵]
```

Se non si sono verificati errori comparirà il prompt:

```
C:\mecad>
```

A questo punto basta digitare il nome del programma eseguibile:

```
C:\mecad> mecad
```

e premere il tasto **Return** [↵]

Nota:

*Se l'operazione dovesse fallire accertarsi che siano presenti tutti file di **MeCad**.*

Se si desidera avviare il programma da un direttorio qualsiasi e' necessario che nel PATH del file AUTOEXEC.BAT sia presente il nome della directory di lavoro e che tutte le variabili di ambiente siano settate in modo corretto.

II - 1.4.2 Avvio di MeCad da Windows

Per lanciare il programma dall'ambiente Windows occorre semplicemente selezionare l'icona corrispondente e "cliccare" due volte col tasto sinistro del mouse.

Se **MeCad** non dovesse avviarsi controllare, utilizzando il PIF editor, che il file *MeCad.PIF* contenga le informazioni corrette.

II - 2 COMANDI GLOBALI

Questi comandi sono accessibili da tutti i moduli operativi e quindi sempre disponibili.

Comando [**G**] (*Gestore*) :

con questo comando si ritorna al **Gestore** dal quale si può accedere a tutte le funzioni di cui **MeCad** dispone.

Comando [**H**] (*Help*) :

digitando questo comando compare il menù dei comandi ammessi accompagnati da breve spiegazione sulla funzione che il comando attiva.

Comando [**Z**] (*Zoom dello schema cinematico*) :

permette di variare la scala di rappresentazione dello schema cinematico del meccanismo. Quando viene eseguito viene attivato il cursore e compare nell'angolo in alto a sinistra dello schermo il prompt:



i tasti abilitati sono:

[**Z**]: aumenta le dimensioni del meccanismo (ingrandisce il meccanismo nell'intorno del cursore).

[**P**]: raddoppia l'area visualizzata nell'intorno del cursore del mouse

[**2 . . 9**]: premendo un tasto numerico da [**2**] a [**9**] lo schema del meccanismo viene rimpicciolito rispettivamente di 1/2, 1/3, ... 1/9 rispetto alla dimensione attuale. Il tasto [**2**] equivale a [**P**].

[**A**]: calcola la scala in modo automatico, utilizzando tutto lo schermo per rappresentare il meccanismo

[**E**]: termina lo Zoom e si ritorna al modulo chiamante.

[**T**]: consente di immettere da tastiera i limiti della finestra di zoom

[**H**]: Help

Altri tasti: utilizzando un tasto alfanumerico diverso dai precedenti è possibile identificare, tramite il cursore del mouse, due punti che rappresentano gli estremi della diagonale dell'area rettangolare da ingrandire.

Tasto funzione [**F1**] :

premendo questo tasto e' possibile *eliminare/ripristinare* la numerazione dei nodi.

Tasto funzione [**F2**] :

premendo questo tasto si *disattivano/attivano* i segnali acustici emessi dal programma

II - 3 GESTORE



Il **Gestore**, contraddistinto dal prompt

è il modulo attivo quando si accede al programma. Inoltre è il modulo di livello più alto e permette di accedere a tutte le funzioni di **MeCad**.

Il menù dei comandi ammessi, che può essere visualizzato premendo il tasto [H] è il seguente:

G - Menù Gestore	
A	ARCHIVIO DEI MECCANISMI
D	DIGITALIZZA UN NUOVO MECCANISMO
F	FASATURA DELLE LEGGI DI MOTO
L	ASSEGNA/MODIFICA LE LEGGI DI MOTO
M	MODIFICA IL MECCANISMO
O	OUTPUT (stampa e plottaggio schema cinematico)
R	MOTI RELATIVI
S	SIMULA IL MOVIMENTO
T	DISEGNO DELLE TRAIETTORIE
U	ANGOLO DI TRASMISSIONE
V	DIAGRAMMI SPOSTAMENTO, VELOCITÀ ED ACCELERAZIONE
B	MODIFICA I DEFAULT DELL'ANALISI CINEMATICA
I	SETTA LA TAVOLETTA
@	COMANDO (esci temporaneamente al S. 0.)
C	ESEGUE L'ANALISI CINETOSTATICA
K	RISULTATI DELL'ANALISI CINETOSTATICA
Q	INTRODUCE FORZE E COPPIE
P	MASSE, BARICENTRI E MOMENTI D'INERZIA
E	END (fine lavoro)
H	HELP
Z	ZOOM

Quando il sistema viene avviato per la prima volta, oppure non e' presente in memoria alcun meccanismo i comandi ammessi sono solamente i seguenti:

G - Menù Gestore	
A	ARCHIVIO DEI MECCANISMI
D	DIGITALIZZA UN NUOVO MECCANISMO
@	COMANDO (esci temporaneamente al S. 0.)

E	END (fine lavoro)
H	HELP

Usando i comandi [**D**]*igitalizza* e [**A**]*rchivio* è possibile rispettivamente digitalizzare un nuovo meccanismo e accedere all'archivio dei meccanismi precedentemente analizzati.

Quindi utilizzando uno di questi due comandi si ha un meccanismo su cui lavorare.

II - 4 L'ARCHIVIO DEI MECCANISMI

Il programma **MeCad** permette di gestire un archivio di meccanismi, in modo che sia possibile salvare su file il lavoro e studiare un nuovo meccanismo partendo da uno precedentemente analizzato.

Alle funzioni che permettono di gestire l'archivio dei meccanismi si accede dal modulo

A >

Gestore con il comando **[A]**, dato il quale compare il prompt:

I comandi ammessi (visibili premendo **[H]**) sono:

A - Menù Archivio	
E	ELENCO DEI MECCANISMI IN ARCHIVIO
S	STAMPA L'ELENCO DEI MECCANISMI IN ARCHIVIO
C	CANCELLA UN MECCANISMO DALL'ARCHIVIO
R	READ, LEGGE UN MECCANISMO DALL'ARCHIVIO (* .mec)
W	WRITE, SALVA IL MECCANISMO IN ARCHIVIO (* .mec)
D	LEGGE UN MECCANISMO IN ARCHIVIO (* .mm)
M	SALVA UN MECCANISMO IN ARCHIVIO (* .mm)
I	IMPORTA IL MECCANISMO IN FORMATO ASCII
T	TRASPORTA IL MECCANISMO IN FORMATO ASCII
G	GESTORE
H	HELP
Z	ZOOM

L'archivio dei meccanismi è costituito da una serie di file, aventi estensione **<.mec>**¹, residenti o nella directory di lavoro (ad esempio **mecad**) oppure nel direttorio di "archivio" (ad esempio **archivio**). In ogni file sono contenute le caratteristiche cinematiche e dinamiche del meccanismo nonché le eventuali leggi di moto lette da file e le tabelle che definiscono le forze/coppie non lineari che agiscono sul sistema.

Nota:

*Quando viene richiesto da **MeCad** di definire il nome del meccanismo (comandi **[R]**, **[W]**, **[D]**, **[M]**, **[C]**, **[I]** e **[T]**) si devono fornire al massimo **8 caratteri**.*

*Ad esempio, se vogliamo archiviare un meccanismo col nuovo formato (comando **[W]**) e assegnargli il nome:*

robot4g

il sistema salva le informazioni nel file ASCII:

robot4g.mec

contenuto nella directory corrente o in quella di archivio.

¹nella precedente versione di **MeCad** l'estensione dei file era **<.mm>**

II - 4.1 Descrizione dei comandi

Comando [**R**] (*[R]ead: legge dall'archivio*).

Legge dall'archivio un meccanismo di nome assegnato e lo visualizza. Se si utilizza questo comando avendo già un meccanismo sul video, il sistema effettua il salvataggio, in un file temporaneo, del meccanismo corrente. Quando si ritorna al **Gestore** (comando [**G**]) viene chiesto se si vuole che il meccanismo letto diventi quello corrente. Rispondendo negativamente viene recuperato il meccanismo salvato nel file temporaneo. In questo modo e' possibile vedere diversi meccanismi archiviati senza perdere quello sul quale si sta lavorando.

Comando [**W**] (*[W]rite: salva il meccanismo*)

salva il meccanismo corrente nell'archivio; se il meccanismo è già presente viene richiesta una conferma. Questo comando permette di associare al meccanismo un commento (60 caratteri al massimo) che ne agevola l'individuazione da parte dell'utente.

Comando [**D**] (*legge dall'archivio un file *.mm*)

legge dall'archivio un meccanismo salvato col vecchio formato (*.mm).

Comando [**M**] (*salva il [M]eccanismo*)

salva il meccanismo corrente in formato *.mm.

Comando [**C**] (*[C]ancella dall'archivio*)

cancella dall'archivio un meccanismo. Prima di procedere alla cancellazione viene richiesto di confermare l'operazione.

Comandi [**E**] e [**S**] (*[E]lenco a video e su [S]tampa*)

entrambi questi comandi effettuano l'elenco dei sistemi articolati in archivio.

Assegnando il comando [**E**] il programma propone all'utente la possibilità di avere a video l'elenco dei file archiviati (tasto [**R**]apido), oppure un elenco dettagliato (tasto [**E**]) in cui compare anche il commento associato al meccanismo.

Con il comando [**S**] l'elenco può essere mandato alla stampante o scritto su un file di testo (*.txt) a cui l'utente può assegnare il nome desiderato.

Nota:

*Quando si utilizza il comando [**E**], premendo [**ESC**] si interrompe la visualizzazione delle pagine successive dell'elenco.*

Comando [**I**] (*[I]mporta in formato ASCII*)

legge dall'archivio un meccanismo salvato in un file in formato ASCII;

l'estensione del file deve essere <*.t> (ad esempio **glifo.t**)

Comando [**T**] (*[T]rasporta in formato ASCII*)

salva in un file in formato ASCII il meccanismo corrente. Il programma assegna al file l'estensione <*.t>

II - 5 DIGITALIZZAZIONE DI MECCANISMI

Durante la fase di **digitalizzazione** si definisce (o si modifica) lo schema cinematico del meccanismo (tipo di vincoli, lunghezza aste ecc.) che si desidera analizzare.

Per facilitare questa operazione **MeCad** mette a disposizione una interfaccia grafica (figura 21) contenente gli accoppiamenti cinematici necessari per descrivere il meccanismo ed i comandi per la gestione interattiva delle fasi di input e di modifica.

La tecnica utilizzata in **MeCad** per descrivere i meccanismi risulta semplice ed intuitiva ed è analoga a quella adottata per digitalizzare lo schema del meccanismo con la penna delle tavolette grafiche quando si ha a disposizione lo schizzo del sistema.

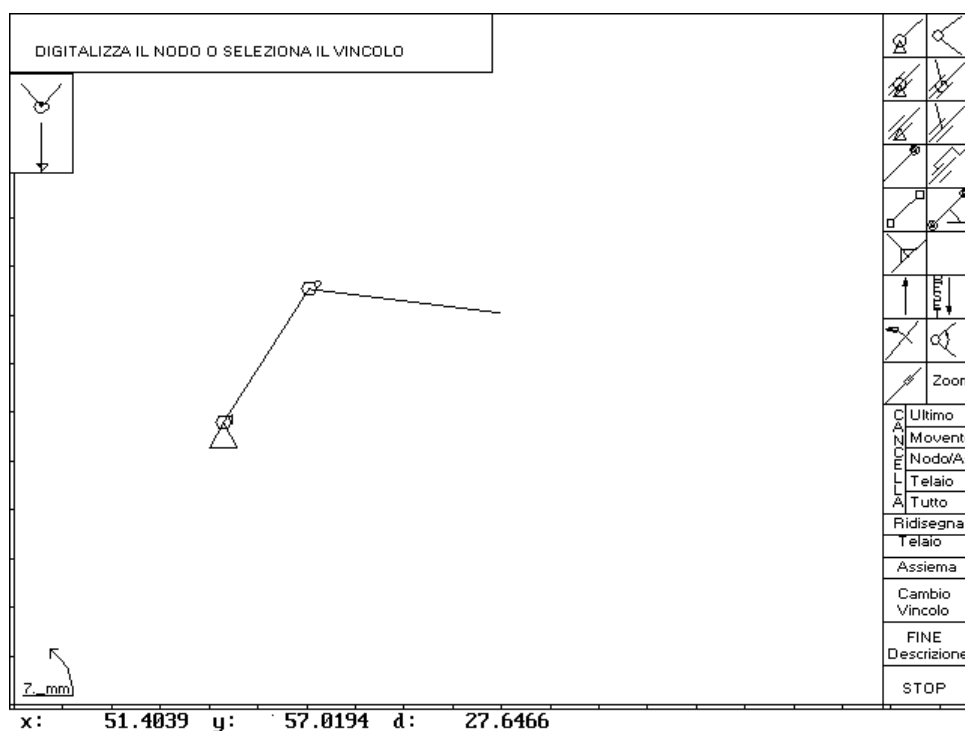


Figura 21 menù per la descrizione del meccanismo

II - 5.1 Scelta della scala

Prima di accedere al modulo di digitalizzazione, comando [D] del modulo **Gestore**, **MeCad** chiede all'utente di definire la scala con cui disegnare il meccanismo attraverso il seguente menù:

Menù SCALA DEL DISEGNO	
1	SCALA 1:1
2	SCALA M : N
3	DEFINENDO LA LUNGHEZZA DI UN SEGMENTO E DIGITALIZZANDO LA POSIZIONE DEGLI ESTREMI

Scegliendo l'opzione [1] si utilizza la scala 1:1.

Rispondendo [2] la scala viene definita come rapporto tra i valori di M e di N che devono essere assegnati dall'utente:

SCALA M:N ---> DAMMI M >
SCALA M:N ---> DAMMI N >

Premendo il tasto numerico [3] la scala viene assegnata inserendo dapprima la lunghezza di un segmento e quindi digitalizzandolo i suoi estremi con il mouse. Le richieste del sistema in questo caso sono:

LUNGHEZZA SEGMENTO [mm] -->
DIGITALIZZA IL PRIMO ESTREMO DEL SEGMENTO
DIGITALIZZA IL SECONDO ESTREMO DEL SEGMENTO

II - 5.2 Digitalizzazione

Un volta definita la scala, inizia la fase di digitalizzazione dello schema cinematico del meccanismo da analizzare.

La prima operazione da compiere consiste nel scegliere dal menù grafico il tipo di vincolo che si intende introdurre e posizionarlo, usando il mouse, nel punto desiderato dell'area di lavoro². Per agevolare l'utente, compare a video, in alto a sinistra, una *icona di supporto* (Fig. 22) che indica all'utente il tipo di vincolo selezionato e la modalità di collegamento con l'ultimo nodo introdotto.

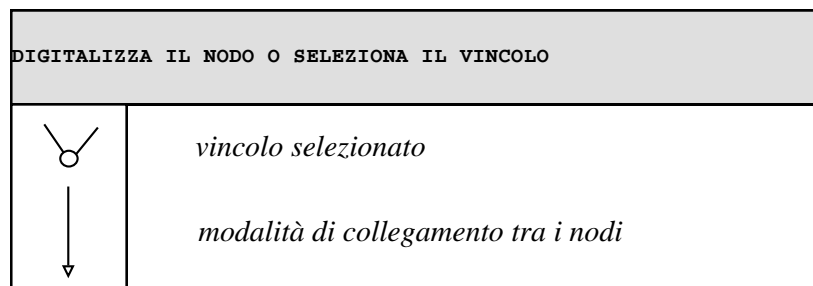


Figura 22 Icona di supporto.

La freccia che indica la modalità di inserimento (selezionabile dal menù) può essere diretta verso l'alto o verso il basso:

- **la freccia diretta verso il basso indica che il nodo che sta per essere definito sarà collegato rigidamente al precedente (verrà quindi definito un membro del meccanismo);**

² Si ricorda che e' possibile assegnare in modo preciso le coordinate di inserimento (vedi II - 0.5) premendo la sequenza **[Alt]+[altro tasto]** oppure il tasto **Return**

- la freccia diretta verso l'alto indica che il nodo che si sta inserendo non verrà collegato al precedente.

La modalità di default di **MeCad** corrisponde alla "Freccia Giù" (una rubber-band bianca collega la posizione attuale con l'ultimo vincolo inserito). Per eliminare il collegamento è sufficiente selezionare l'icona "Freccia Su"

Nota 1:

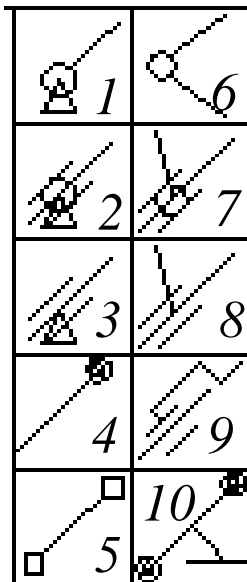
quando si desidera riprendere la digitalizzazione da un vincolo precedentemente inserito è **necessario** che il vincolo selezionato sia dello stesso tipo di quello di partenza.

Nota 2:

in questa fase di descrizione del meccanismo può risultare abbastanza laborioso assegnare in modo preciso le lunghezze delle aste del sistema. Risulta senza dubbio più comodo digitalizzare lo schema cinematico con lunghezze approssimate ed apportare le modifiche alla posizione dei nodi ed alle lunghezze dei membri in una fase successiva (vedi).

II - 5.2.1 Scelta degli accoppiamenti cinematici

Selezionando una delle prime 10 caselle del menù grafico è possibile definire i seguenti accoppiamenti cinematici:



- 1 cerniera di collegamento al telaio
- 2 carrello a terra
- 3 pattino a terra
- 4 estremo libero
- 5 guida con direzione fissa di un pattino/carrello definita digitalizzando due punti
- 6 cerniera di collegamento tra membri mobili
- 7 carrello interno
- 8 pattino interno
- 9 asta allungabile (pistone)
- 10 guida solidale ad un membro del meccanismo

Figura 23 Icone dei tipi di vincolo

Per selezionare il tipo di accoppiamento che si intende introdurre è sufficiente "puntare" con il cursore l'icona corrispondente e premere un bottone del mouse (o un altro tasto), a questo punto nell'icona di supporto appare il simbolo del vincolo scelto.

II - 5.2.2 Direzioni di scorrimento su telai

Per definire una direzione di scorrimento su telai basta selezionare la casella **5** del menù ed indicare gli estremi del segmento che definisce la direzione voluta.

Nota:

*Quando si definisce una direzione di scorrimento di un pattino o carrello, caselle **5** e **10**, si definisce solo la direzione sulla quale il pattino/carrello è vincolato a muoversi, non si introduce **nessun vincolo sull'ampiezza** di tale movimento.*

II - 5.2.3 Direzioni di scorrimento su membri mobili

Ad un membro mobile può essere resa solidale anche una direzione di scorrimento (guida) di un **pattino/carrello**. E' sufficiente selezionare la casella **10** del menù ed indicare dapprima la posizione degli estremi del segmento che definisce la direzione voluta e successivamente il membro cui va resa solidale.

II - 5.2.4 Membri definiti da due nodi

I membri schematizzati con due nodi vengono definiti semplicemente digitalizzando consecutivamente i nodi di estremità, il sistema provvede ad evidenziare il collegamento per mezzo di una linea bianca. Nella parte inferiore del video compaiono le coordinate **X** ed **Y** del cursore, la lunghezza del membro del meccanismo, le sue componenti ΔX e ΔY e l'angolo θ che l'asta forma con l'orizzontale.

Nel caso in cui si debba descrivere un nuovo membro non collegato con il precedente, si deve utilizzare la casella **12** del menù ("**Freccia Su**") prima di digitalizzare la posizione del primo nodo del nuovo elemento.

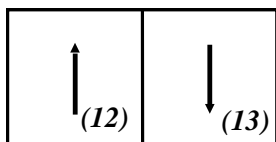


Figura 24 icone per la modalità di collegamento tra i nodi

II - 5.2.5 Membri definiti da più di due nodi

Volendo descrivere membri definiti da più di due accoppiamenti cinematici, è necessario, prima di digitalizzare ogni altro nodo, segnalare a **MeCad** che questo è rigidamente collegato ai primi due. Per far ciò bisogna utilizzare il comando della casella **11** del menù "**Nodo Solidale**", che permette di inserire il nodo e quindi di renderlo solidale ad un membro del meccanismo. Quando questo comando viene utilizzato il suo simbolo grafico appare nella

parte inferiore dell'icona di supporto. Definita la posizione del nodo nell'area di lavoro, il sistema chiede di indicare con il mouse il membro a cui va reso solidale.

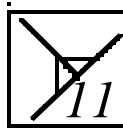


Figura 25 icona per definire un nodo solidale ad un membro

II - 5.2.6 Moventi

Le icone di colore viola presenti nel menù grafico permettono di associare ad un membro del meccanismo un azionamento.

In particolare, per definire i membri moventi ci si serve delle caselle **14**, **15** e **16** del menù che rispettivamente assegnano un movente di tipo **rotante assoluto**, **lineare**, e **rotante relativo**.

Dopo aver selezionato il tipo di movente si deve indicare il membro al quale viene assegnato:

- **casella 14: moventi rotanti assoluti.** Si deve indicare un'asta.
- **casella 15: moventi lineari.** Si indica un pattino/carrello.
- **casella 16: moventi rotanti relativi.** Si devono indicare due aste tra loro collegate.

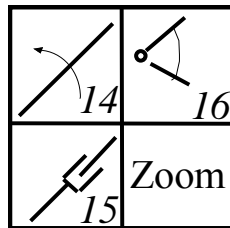


Figura 26 Icone per selezionare il tipo di movente

Nota:

*quando si assegna un movente lineare si deve indicare prima il **pattino/carrello** che viene definito come movente e successivamente quale dei nodi che definiscono la guida del pattino/carrello si utilizza come "punto di riferimento". Il punto di riferimento serve per definire il verso positivo dello spostamento del pattino/carrello rispetto alla guida.*

II - 5.2.7 Definizione di un telaio

Selezionando la casella **[Telaio]** e' possibile trasformare un membro mobile del sistema articolato in un telaio. L'asta viene cancellata e i nodi di estremità vengono sostituiti con cerniere a terra.

II - 5.2.8 Fine descrizione e il comando Stop.

Si esce dal modulo di digitalizzazione selezionando la casella del menù

[Fine Descrizione] .

In seguito a questo comando vengono automaticamente effettuati i controlli sulla congruenza del meccanismo digitalizzato.

In particolare viene verificata:

- *la congruenza dei vincoli*
- *il numero di gradi di libertà.*

Se il numero dei gradi di libertà non è uguale al numero di moventi viene segnalato l'errore indicando il numero di gradi di libertà del meccanismo e il numero dei moventi assegnati. In questo caso il controllo viene ripassato alla fase di digitalizzazione in modo da poter completare correttamente la descrizione del meccanismo. In mancanza di errori, **MeCad** scrive le equazioni di posizione, assegna le leggi di moto di default (leggi a velocità costante) e passa il controllo al modulo **Gestore**.

Utilizzando il comando **[Stop]** si interrompe la digitalizzazione; il meccanismo digitalizzato non viene salvato e neppure le modifiche eventualmente apportate.

II - 5.2.9 L'opzione Assiema

Selezionando dal menù grafico la voce **[Assiema]** è possibile accedere all'archivio dei meccanismi per prelevare uno precedentemente schematizzato e collegarlo a quello che si sta digitalizzando. Il posizionamento nell'area di lavoro del meccanismo letto dall'archivio, viene effettuato specificando la posizione di un suo nodo rispetto ad un nodo del meccanismo corrente.

Una volta attivato il comando **[Assiema]**, il sistema chiede all'utente il nome del meccanismo che si desidera inserire. Se il meccanismo è presente nell'archivio, vengono visualizzati tutti i 4 "livelli" del meccanismo (vedi § II - 6.10) e viene richiesto quale livello si desidera utilizzare.

A questo punto **MeCad** chiede di indicare:

- 1) il nodo del meccanismo da introdurre che svolgerà la funzione di origine per il successivo posizionamento (*1° punto Base*);
- 2) in quale nodo del meccanismo corrente dovrà essere inserito quello letto dall'archivio (*2° punto Base*).

Soddisfatte queste richieste i due meccanismi vengono visualizzati sullo schermo (il meccanismo prelevato dall'archivio viene disegnato in giallo) nella posizione che si ottiene sovrapponendo i due *punti base*. A questo punto compare il prompt:

ASSIEMA >

Al solito premendo il tasto **[H]** (*[H]elp*) e' possibile vedere i comandi ammessi.

Menù Assieme	
?	RICHIESTA POSIZIONE DI UN PUNTO
K	RICHIESTA DISTANZA TRA DUE PUNTI
A	RICHIESTO ANGOLO TRA TRE PUNTI
F	ASSEGNA FATTORE DI SCALA
R	ROTAZIONE
S	SIMMETRIA
T	TRASLAZIONE
C	POSIZIONAMENTO CON IL CURSORE
O	FINE TUTTO OK
D	ANNULLA E RIPRISTINA IL MECCANISMO INIZIALE
H	HELP
Z	ZOOM

Comando **[?]** :

richiesta delle coordinate di un punto nell'area di lavoro.

Comando **[K]** :

permette di conoscere la distanza tra due punti.

Comando **[A]** (*[A]ngolo*) :

fornisce l'angolo tra tre punti dell'area di lavoro.

Comando **[F]** (*[F]attore di scala*) :

con questo comando si possono variare le dimensioni del meccanismo che viene introdotto. Valori maggiori di 1 indicano un aumento delle dimensioni. Il comando può essere dato più volte e il fattore di scala si riferisce sempre alle dimensioni originali del meccanismo.

Comando **[R]** (*[R]uota: modifica l'orientamento*) :

con questo comando si modifica l'orientamento del meccanismo che viene introdotto, valori positivi dell'angolo (in gradi) indicano una rotazione in senso antiorario. Il valore 0 corrisponde al meccanismo nella sua posizione originaria.

Comando **[S]** (*[S]immetria*) :

il comando consente di effettuare un'operazione di simmetria sul meccanismo da introdurre, e prevede le seguenti opzioni:

X: simmetria rispetto all'asse X.

Y: simmetria rispetto all'asse Y.

E: simmetria rispetto agli assi X e Y (doppia simmetria).

N: ripristina la configurazione originale.

Comando **[T]** (*[T]rasla il meccanismo*) :

premendo il tasto **[T]** si può assegnare la posizione in coordinate cartesiane del **punto base** del meccanismo da introdurre rispetto al **punto base** del meccanismo corrente.

Comando **[C]** (*posiziona con il [C]ursore*) :

scegliendo questa opzione il meccanismo può essere posizionato nell'area di lavoro utilizzando il cursore del mouse. Il punto di riferimento (punto base) del meccanismo da introdurre viene spostato nella posizione occupata del cursore.

Per terminare questa modalità di posizionamento occorre premere il tasto **[E]**.

Comando **[O]** (*[O]k: conferma inserimento*) :

Una volta posizionato nel modo desiderato il meccanismo prelevato dall'archivio, questo viene aggiunto al meccanismo corrente e il controllo ritorna al modulo di digitalizzazione.

Comando **[D]** (*[D]elete: annulla l'inserimento*)

Ritorna al modulo di digitalizzazione senza fare il "merge" (unione) dei meccanismi.

I comandi appena descritti, eccetto **[O]** e **[D]**, possono essere utilizzati più volte fino a quando si è effettuato il posizionamento desiderato. Terminata l'operazione (comando **[O]**), si ritorna nella fase di digitalizzazione durante la quale è possibile aggiungere o togliere membri o nodi al meccanismo inserito.

Nota:

*Il comando **[Assiema]** può essere utilizzato ogni volta che lo si desidera, l'unico vincolo che si deve rispettare è che il numero dei nodi e dei moventi del meccanismo risultante sia compatibile con i limiti alla complessità del sistema (vedi capitolo II - 12).*

II - 5.3 Errori di digitalizzazione

Nel caso in cui si commettano errori nella scelta del tipo di accoppiamento cinematico e si riconosca l'errore prima di aver inserito il nodo nel meccanismo, è possibile porvi rimedio selezionando l'accoppiamento cinematico corretto.

Se l'errore viene individuato dopo aver digitalizzato anche la posizione del nodo, è possibile cancellarlo utilizzando il comando **[Cancella Ultimo]** nel menù (Fig. 27) con il quale viene cancellato l'ultimo nodo inserito.

CANCELLA	Ultimo
	Movente
	Nodo/Asta
	Telaio
	Tutto
Ridisegna	

Figura 27 Icone per la correzione degli errori

Utilizzando più volte questo comando si possono cancellare a ritroso tutti i nodi fino a quello errato. Dopo aver eseguito il comando **[Cancella Ultimo]**, il tipo di accoppiamento cinematico con il quale verrà definito il nuovo nodo è quello dell'ultimo nodo presente nello schema.

Il comando **[Cancella Movente]** permette di rimediare ad un errore nella definizione dei moventi. Dopo aver selezionato il comando bisogna indicare il movente che si vuole diventi cedente.

Il comando **[Cancella Nodo/Asta]** permette di eliminare dal meccanismo un'asta oppure un nodo. Dopo aver attivato il comando bisogna indicare il nodo o l'asta che si vuole cancellare.

Nota:

utilizzando questo comando per cancellare un'asta, verranno cancellati tutti i nodi ad essa solidali che non fanno parte di altri membri del meccanismo.

Il comando **[Cancella Telaio]** permette di ripristinare un membro del meccanismo precedentemente definito come telaio. Quando si sceglie questo comando, le aste che erano state definite come telai, vengono evidenziate in giallo.

Nel caso in cui l'errore non sia rimediabile utilizzando i precedenti comandi, si può iniziare la digitalizzazione utilizzando il comando **[Cancella Tutto]**

Il comando **[Cambio Vincolo]** permette di ridefinire l'accoppiamento cinematico di un nodo precedentemente digitalizzato. Per effettuare il cambio vincolo si seleziona il comando dal menù, si indica il nodo da modificare e quindi la casella del menù corrispondente al nuovo accoppiamento cinematico da assegnare al nodo.

II - 6 MODIFICHE AL MECCANISMO

Questo modulo permette di modificare sia la geometria del meccanismo che la sua tipologia.

In particolare e' possibile variare:

- *la lunghezza delle aste e la posizione dei nodi*
- *la tipologia del meccanismo*
- *il sistema cartesiano di riferimento*
- *la configurazione iniziale del meccanismo*
- *i moventi*

Inoltre effettua la gestione dei livelli e permette di richiedere informazioni relative alla geometria del meccanismo.

II - 6.1 Modifiche geometriche

Le modifiche dei parametri geometrici possono essere fatte con due metodi diversi.

Il primo consiste nello spostare i nodi di una determinata quantità (comandi [**X**], [**C**], [**D**], [**R**]).

Con la seconda modalità vengono modificate direttamente le lunghezze delle aste (comandi [**Q**] e *Barra Spazio* [" "]).

La differenza principale tra i due metodi risiede nel fatto che con il primo vengono modificate tutte le aste che convergono nel nodo mentre con il secondo si modifica la lunghezza di una sola asta. Utilizzando il secondo tipo di modifica geometrica è possibile *modificare la posizione iniziale dei moventi* e quindi la configurazione iniziale del meccanismo.

II - 6.2 Modifiche funzionali

Le modifiche funzionali consistono nella cancellazione/aggiunta di membri, di accoppiamenti cinematici e nella sostituzione dei moventi. Queste operazioni vengono effettuate con le stesse modalità viste per la fase digitalizzazione del meccanismo (Capitolo II - 5)

II - 6.3 Modulo di modifica

Quando si accede al modulo di modifica **MeCad** disegna sullo schermo il meccanismo e in basso a sinistra vengono rappresentati gli assi X-Y con indicata la scala delle lunghezze. Compare inoltre sul video il cursore del mouse ed il prompt:

 M >

Il menù dei comandi ammessi (tasto [H]) è il seguente:

M - Menù Modifica	
X	MODIFICA TRAMITE DX, DY
C	" " IL CURSORE
D	" " DL & RICH. LUNG. ASTA
R	" CON COORDINATE POLARI
Q	" LUNGHEZZE ASTE E POSIZIONE MOVENTI
" "	" LA LUNGHEZZA DI UN'ASTA E LA POSIZIONE DEL MOVENTE
#	MODIFICA LA TIPOLOGIA DEL MECCANISMO
U	UNDO (annulla l'ultima modifica fatta)
0	TOGLIE IL MOVENTE
1	ASSEGNA MOVENTE ANGOLARE ASSOLUTO
2	" MOVENTE LINEARE
3	" MOVENTE ANGOLARE RELATIVO
A	RICHIESTA ANGOLO TRA 3 PUNTI
B	" ANGOLO TRA DUE ASTE
?	" POSIZIONE DI UN'ASTA
K	" DISTANZA TRA DUE PUNTI
N	NUOVA ORIGINE
L	CAMBIA LIVELLO
P	PURGE NODI -> Elimina i nodi ridondanti
G	GESTORE
H	HELP
Z	ZOOM

Il comando [P] ([P]urge) elimina i nodi ridondanti, nodi che sono stati erroneamente inseriti durante la fase di digitalizzazione

II - 6.4 Modifica della posizione dei nodi

Con questo tipo di modifica (comandi [X], [C], [D], [R]) si deve indicare il nodo da spostare ed il modo utilizzato per definirne lo spostamento. Per selezionare il nodo è sufficiente posizionare il cursore sullo stesso e premere il tasto corrispondente alla modalità di spostamento scelta³.

Se il nodo è un *nodo a terra* è possibile spostarlo nel piano di lavoro senza modificare la lunghezza delle aste del meccanismo. Il programma chiede (solo per nodi a terra) se si desidera che le lunghezze restino invariate:

MODIFICO LASCIANDO INVARIATE LE LUNGHEZZE DELLE ASTE (Y/N) >

Se si vuole utilizzare questa opzione (quasi sempre più conveniente) occorre rispondere [Y].

Nel caso di *guida fissa a terra*, rispondendo [Y], entrambi gli estremi vengono spostati dello stesso valore (la guida rimane parallela a se stessa).

³ Si ricorda (vedi II - 0.5) che è possibile selezionare un nodo tramite il suo indice numerico premendo il tasto [Alt] seguito dal tasto che indica il comando.

II - 6.4.1 Descrizione dei comandi

Comando [**X**] (*trasla il nodo*) :

la modifica viene effettuata indicando le componenti cartesiane Δx e Δy dello spostamento del nodo. Il progettista può scegliere se assegnare le componenti della traslazione in modalità assoluta o relativa rispondendo al prompt:

A=ASSOLUTA, R=RELATIVA (AD UN PUNTO)

e digitando il carattere corrispondente.

La modifica assoluta [**A**] richiede di definire Δx e Δy rispetto all'origine attuale del meccanismo assegnando:

SPOSTAMENTO NODO SECONDO ASSE X (mm) >

SPOSTAMENTO NODO SECONDO ASSE Y (mm) >

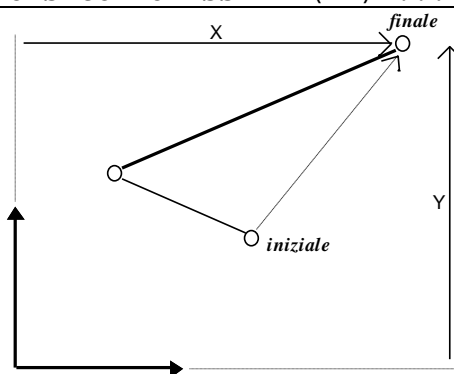


Figura 28 traslazione del nodo in modalità assoluta

La modifica relativa [**R**] consente di assegnare la nuova posizione del nodo come distanza (Δx , Δy) rispetto ad un punto base indicato con il cursore quando viene presentata la richiesta del :

PUNTO BASE ?

Scelto il quale appaiono le seguenti richieste:

POSIZIONE RELATIVA NODO SECONDO ASSE X (mm) >

POSIZIONE RELATIVA NODO SECONDO ASSE Y (mm) >

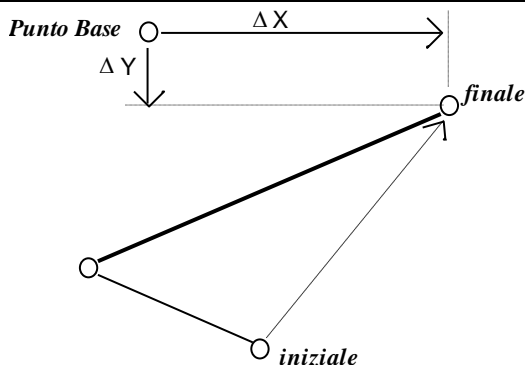


Figura 29 traslazione del nodo in modalità relativa

Nota:

*prima di modificare la posizione di un nodo a terra il programma chiede se si desidera lasciare invariate le lunghezze delle aste. Nel caso di risposta affermativa **MeCad** sposta il nodo mantenendo costanti le lunghezze di tutti i membri. Si noti che questo tipo di modifica potrebbe non essere possibile.*

Comando [C] ([C]ursore) :

la nuova posizione del nodo viene indicata utilizzando il cursore e compare il prompt:

DOVE SPOSTO IL NODO ?

Si posiziona il cursore nella posizione desiderata e quindi si conferma premendo un bottone del mouse o un tasto alfanumerico.

Nota:

*prima di modificare la posizione di un nodo a terra il programma chiede se si desidera lasciare invariate le lunghezze delle aste. Nel caso di risposta affermativa **MeCad** sposta il nodo mantenendo costanti le lunghezze di tutti i membri. Si noti che questo tipo di modifica potrebbe non essere possibile.*

Comando [D] (varia la lunghezza di un'asta):

permette la modifica della posizione di un nodo variando la lunghezza di un'asta che vi converge. Questa modifica, come le precedenti, altera la lunghezza di tutte le aste che convergono nel nodo.

Dapprima si individua l'asta da modificare posizionando il cursore sull'asta stessa e quindi si preme il tasto [D]. Se l'asta è stata riconosciuta il sistema chiede:

LUNGHEZZA ASTA = LLLL.LL mm MODIFICO [Y/N] ? >

Rispondendo [Y] viene richiesto:

DAMMI IL PUNTO DA SPOSTARE

Il punto, che deve essere un estremo dell'asta selezionata.

E' possibile scegliere il tipo di modifica da utilizzare:

TIPO MODIFICA: L=LUNGHEZZA ASTA, V= VARIAZ. DI LUNGH. ?
[L/V] >

la modifica [L] è una modifica di tipo assoluto mentre la [V] è una modifica relativa.

Se si è scelta la modifica tipo [L] viene richiesto:

LUNGHEZZA ASTA >

mentre se si è scelta la modifica tipo [V]:

VARIAZIONE LUNGHEZZA ASTA >

Comando [R] (modifica in coordinate polari) :

con il comando [R] la modifica viene effettuata definendo la nuova posizione del nodo in coordinate polari rispetto ad un nodo utilizzato come polo.

Il polo viene individuato con il cursore alla richiesta:

DAMMI IL POLO

Se il punto scelto non è un nodo del meccanismo il programma lo segnala, ma prosegue utilizzando questo punto come polo.

Dopo aver indicato il polo appare il menù:

TIPO MODIFICA
D = RELATIVA dL, d@
A = ASSOLUTA L, @
[D/A] ? >

E' possibile effettuare una modifica di tipo relativo [D], specificando la variazione di lunghezza (dL) e la variazione di angolo (d@), oppure fare una modifica di tipo assoluto [A] specificando la nuova distanza (L) e l'angolo (@) tra i due punti.

Nel caso di **modifica relativa** bisogna assegnare i seguenti dati:

VARIAZIONE DISTANZA >
 VARIAZIONE ANGOLO (GRADI) >

Nel caso di **modifica assoluta** viene richiesto:

DISTANZA (mm) [DDDD.DD] >
 ANGOLO (gradi) [GGGG.GG] >

In cui DDDD.DD e GGGG.GG sono i valori attuali della distanza e dell'angolo tra il punto da spostare e il polo.

Nota :

*prima di modificare la posizione di un nodo a terra il programma chiede se si desidera lasciare invariate le lunghezze delle aste. Nel caso di risposta affermativa **MeCad** sposta il nodo mantenendo costanti le lunghezze di tutti i membri. Si noti che questo tipo di modifica potrebbe non essere possibile.*

Nota :

quando si sta rispondendo alle richieste relative ai precedenti comandi, premendo [Esc] si interrompe l'operazione in corso e si ritorna al prompt: M >.

II - 6.5 Modifica della lunghezza delle aste

Questo tipo di modifica geometrica, attivata con i comandi [Q] e **Barra spaziatrice** [" "], permette di modificare la lunghezza di un'asta del meccanismo lasciando inalterata la lunghezza delle altre. Se sul membro agisce un **movente rotante**, è anche possibile variare l'angolo iniziale, modificando così la configurazione di partenza del meccanismo.

Comando **Barra Spazio** [" "] (*modifica la lunghezza di un'asta*) :

posizionando il cursore sull'asta che si vuole modificare e premendo la **Barra spazio** e' possibile variane la lunghezza senza modificare le altre aste.

Se l'asta e' stata individuata, **MeCad** emette il prompt:

LUNGHEZZA ASTA N[^] n NODI N1-N2 [mm] (XXXX.XX) >

N1 e N2 indicano i nodi che definiscono l'asta e XXXX.XX è la lunghezza attuale.

Per le aste con applicato un movente rotante viene effettuata la richiesta:

ANGOLO ASTA N n NODI N1-N2 [gradi] (ZZZZ.ZZ) >

dove ZZZZ.ZZ è la posizione angolare dell'asta.

Nota: premendo il tasto **Return** [↵] vengono confermati i valori attuali.

Comando [Q] (modifica di tutte le aste) :

per ogni asta del sistema articolato, il programma effettua le richieste viste per il comando precedente (comando [" "]).

Se dopo aver variato la lunghezza di un certo numero di aste non si desidera modificare le successive e' sufficiente premere il tasto [ESC] per interrompere l'operazione.

Terminata la fase di definizione della lunghezza delle aste compare la richiesta:

FINE INPUT: TUTTO OK [Y/N] ? >

Ricevuta la conferma (tasto [Y]), viene determinata la nuova configurazione del meccanismo

Se le modifiche apportate al meccanismo non sono congruenti, viene segnalato l'errore e il controllo ritorna al modulo generale di modifica.

Se il metodo di Newton-Raphson converge, **MeCad** determina la nuova configurazione del meccanismo e ritorna al modulo generale di modifica visualizzando il prompt: **M** >.

Nel caso di mancata convergenza il sistema chiede se si desidera effettuare un nuovo tentativo. Rispondendo negativamente viene recuperata la configurazione del meccanismo prima della modifica. Se si richiede di effettuare un nuovo tentativo viene presentato il prompt:

Q >

al quale è possibile rispondere con:

[P]: permette di ottenere la stampa dei parametri geometrici precedentemente definiti.

[R]: vengono ripresentate le richieste di modifica dei parametri geometrici **annullando** le modifiche appena effettuate.

[C]: come la precedente con la differenza che le modifiche fatte **vengono mantenute**.

[D]: consente la modifica dei parametri di Newton-Raphson (numero di iterazioni e tolleranza).

[E]: interrompe la modifica, lasciando inalterata la configurazione del meccanismo.

II - 6.6 Aggiunta e cancellazione di membri

Per aggiungere o cancellare membri del meccanismo si deve utilizzare il comando [#] del modulo di modifica ("**M** >") che trasferisce il controllo al modulo di **digitalizzazione**. Le modifiche che si possono apportare al meccanismo sono le stesse viste al paragrafo II - 5.2.

Terminata la fase di aggiunta o cancellazione di membri, per tornare nel modulo principale di Modifica bisogna attivare il comando del Menù: "**Fine Descriz.**". Prima di passare al modulo principale di Modifica, **MeCad** controlla la congruenza dei vincoli e la corrispondenza tra i gradi di libertà del meccanismo ed i moventi assegnati. Eventuali errori i vengono segnalati dal programma ed il controllo resta al modulo di digitalizzazione per provvedere alle necessarie correzioni.

Se si desidera annullare le modifiche apportate bisogna selezionare il comando "**Stop**" dal Menù

II - 6.7 Modifica di accoppiamenti cinematici

Con le stesse modalità viste al paragrafo precedente, è anche possibile, tramite il comando "**Cambio vincolo**", modificare le caratteristiche cinematiche dei nodi del meccanismo. Avendo scelto tale opzione bisogna indicare con il cursore qual è il nodo da modificare e quindi scegliere sul Menù il nuovo tipo di vincolo cinematico che si vuole assegnare al nodo. Il comando di "**Fine descrizione**" anche in questo caso ripassa il controllo al modulo principale di modifica dopo avere effettuato il controllo di congruenza dei vincoli e dei gradi di libertà.

II - 6.8 Sostituzione dei moventi

Dal modulo **Modifica** è possibile sostituire i moventi del meccanismo che si sta progettando attivando i comandi [0], [1], [2], [3].

Comando [0]: toglie il movente all'asta/ pattino su cui si è posizionato il cursore

Comando [1]: assegna un movente rotante all'asta indicata

Comando [2]: assegna un movente lineare al pattino/carrello indicato

Comando [3]: assegna un movente rotante relativo tra l'asta su cui ci si è posizionati e un'asta definita dall'utente.

Nota:

Prima di utilizzare uno di questi comandi si deve posizionare il cursore sull'asta o sul pattino interessato e quindi premere il tasto corrispondente.

II - 6.9 Modifica del sistema cartesiano di riferimento

Con questa modifica non viene alterato il comportamento cinematico del meccanismo ma viene variato solo il sistema di riferimento rispetto al quale viene definito.

Le operazioni con le quali è possibile variare il sistema cartesiano sono:

- 1) *traslazione*
- 2) *rotazione*
- 3) *simmetria*
- 4) *modifica la scala*

In questo modo e' possibile posizionare a piacere il meccanismo nell'area di lavoro ed intervenire sulle sue dimensioni assegnando un opportuno fattore di scala.

Per accedere a queste opzioni ci si deve posizionare con il cursore sul punto che diventerà la nuova origine del meccanismo e premere il tasto [N]. Fatto ciò compare la seguente richiesta:

FATTORE DI SCALA (> 0) (1.0) >

Il fattore di scala deve essere maggiore di 0, valori superiori a 1.0 indicano un aumento delle dimensioni del meccanismo.

Successivamente vengono presentate le seguenti opzioni:

NUOVO ASSE X [P= per due punti / A= angolo / N= senza rot.]
? >

con le quali e' possibile scegliere il metodo per definire il nuovo asse X e quindi la rotazione che dovrà subire il meccanismo.

Le possibili modalità sono:

- [P]: si definisce l'asse X dando due punti con il cursore
- [A]: si assegna l'angolo di rotazione del nuovo asse X rispetto all'attuale.
- [N]: non è richiesta nessuna operazione di rotazione del meccanismo.

Una volta definita la rotazione il programma chiede:

SIMMETRIA [X=asse x / Y=asse Y / E=XY / N=senza simm.] ? >

la simmetria richiesta viene effettuata rispetto alla nuova terna di riferimento definita dalle operazioni precedenti.

Terminate le richieste viene disegnato lo schema cinematico nella nuova posizione e ripresentato il prompt **M** >.

II - 6.10 Gestione dei Livelli

Il programma **MeCad** può memorizzare fino a quattro differenti versioni del meccanismo che si sta progettando che vengono salvate su altrettanti **Livelli**.

Terminata la fase di digitalizzazione del meccanismo, che automaticamente utilizza il **Livello 1**, il sistema esegue un salvataggio del meccanismo nel **Livello 2** che diventa il livello di lavoro di default.

Dal modulo **Modifica**, utilizzando il comando [**L**], è possibile cambiare il livello su cui si lavora. Il video viene suddiviso in 4 finestre in ognuna delle quali viene disegnato lo schema cinematico del meccanismo presente su quel livello.

Si noti che la configurazione del meccanismo contenuta in un livello può differire rispetto a quella di un altro livello sia per la geometria (lunghezze aste, posizione nodi) che per la tipologia (numero membri, numero aste, telai, moventi, ecc.) del meccanismo.

La disposizione delle quattro finestre sul video è la seguente:

Livello 1	Livello 2
Livello 3	Livello 4

Figura 30 disposizione dei livelli sul video

In ogni finestra viene disegnato lo schema del meccanismo memorizzato nel corrispondente livello; il livello corrente è evidenziato da una cornice rossa.

Premuto [**L**] appare il prompt:

TUTTO OK [Y/N] ? >

rispondendo [**Y**] non viene modificato il livello corrente e si ritorna al modulo chiamante.

Rispondendo [**N**] viene chiesto il livello da assumere come livello corrente:

LIVELLO CORRENTE [1...4] (n) >

A questo punto è possibile copiare nel livello corrente un altro livello:

CHE LIVELLO COPIO QUI [1..4] (nn) >

*Se si desidera semplicemente cambiare meccanismo senza effettuare alcuna copia è sufficiente premere il tasto **Return**.*

Prima di tornare al modulo **Modifica** il programma chiede se il livello scelto (ad esempio il Livello 1) debba diventare quello corrente:

IL LIVELLO SCELTO E' "1" OK [Y/N] ? >

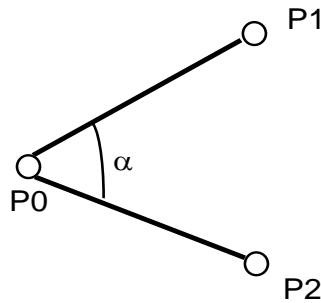
rispondendo [**Y**] il livello scelto diviene quello attuale e si ritorna al modulo **Modifica**, rispondendo [**N**] si ripete la scelta del livello.

II - 6.11 Richiesta informazioni

Dal modulo di modifica e' possibile richiedere al sistema un considerevole numero di informazioni per quel che riguarda le caratteristiche geometriche del meccanismo. I comandi che permettono di interrogare il sistema sono i seguenti.

Comando **[A]** (*[A]ngolo tra tre punti*) :

consente di ottenere il valore dell'angolo sotteso da tre punti definiti con le seguenti modalità e convenzioni:



Si mira dapprima il punto **P₀** (vertice) tramite il cursore e si digita il comando **[A]**; quindi viene richiesto il primo punto **P₁** (indicato sempre tramite cursore e premendo un tasto qualsiasi) ed infine si sceglie il secondo punto **P₂**.

Se tre punti risultano troppo vicini non vengono eseguiti i calcoli e viene segnalato l'inconveniente; in caso contrario viene visualizzato il valore dell'angolo α espresso in gradi.

Comando **[B]** :

questo comando permette di conoscere l'angolo tra due aste indicate tramite il cursore.

Comando **[?]** :

fornisce la posizione del punto in cui si trova il cursore.

Comando **[K]** (*distanza tra due punti*) :

questo comando permette di determinare la distanza tra due punti. Ci si deve posizionare sul primo punto e dare il comando **[K]**, viene quindi richiesto di indicare il secondo punto, ricevuto il quale viene visualizzata la loro distanza.

I punti assegnati con i comandi **[A]** e **[K]** non devono essere necessariamente dei nodi del meccanismo ma possono essere punti qualsivoglia dell'area di lavoro. Una volta scelto il punto, il programma controlla se si tratta di un nodo del meccanismo; in caso contrario utilizza ugualmente il punto indicato per il calcolo dell'informazione richiesta.

Nota:

*quando si sta rispondendo alle richieste relative ai precedenti comandi, premendo **[ESC]** si interrompe l'operazione in corso e si ritorna al prompt **M >**.*

II - 6.12 Servizi

Oltre ai comandi [G], [H] e [Z] descritti nel Capitolo II - 2, una utile opzione disponibile in questo modulo è il comando [U] (Undo) che elimina le ultime modifiche effettuate.

Comando [U]: ([U]ndo)

permette di ripristinare il sistema articolato nella condizione precedente all'ultima modifica effettuata. Se viene dato una seconda volta si ritorna al sistema articolato modificato.

Nota:

il comando [U] non ha alcun effetto dopo il comando di modifica tipologica (comando [#]).

II - 7 DEFINIZIONE DELLE LEGGI DI MOTO

Le leggi di moto utilizzabili (Cap.I - 5) sono leggi di tipo periodico e la loro definizione comporta l'assegnazione del ciclo base e del numero di volte che deve essere ripetuto.

Per assegnare o modificare le leggi di moto dei membri moventi, si accede al modulo **Leggi di Moto** attraverso il comando **[L]** del **Gestore**.

Quando il modulo e' attivo compare il prompt:

```
LEGGE DI MOTO DA MODIFICARE (H=HELP) >
```

Il cursore del mouse e' abilitato ed inoltre vengono evidenziate con un cerchio le aree per "puntare" le leggi di moto dei moventi. In particolare i cerchi di colore **rosso** indicano che si tratta di una legge di moto a velocità costante, il colore **ciano** indica una legge di tipo generico, in **bianco** le leggi lette da file ed infine il cerchio **verde** indica leggi ad accelerazione costante agli estremi.

Per selezionare la legge di moto, è sufficiente posizionare il cursore nella zona circolare di identificazione e premere un bottone del mouse oppure un tasto.

In seguito a questa operazione viene visualizzata una tabella dove sono riassunti i parametri attuali della legge e viene richiesto:

```
TUTTO OK ? [Y/N] >
```

Rispondendo **[Y]** si ritorna alla richiesta di indicazione di una legge.

Rispondendo **[N]** si accede alla modifica la legge di moto.

La modifica inizia con la scelta del tipo di ciclo base da utilizzare attraverso il seguente menù:

CICLI BASE LEGGE DI MOTO
1 = ciclo generico
2 = ciclo letto da file
3 = ciclo con velocità costante
4 = ciclo con accelerazione costante agli estremi corsa
CICLO BASE LEGGE DI MOTO [1..4] () [n] >

il numero "n" tra parentesi è il codice del tipo di ciclo base attualmente usato.

Indicato il tipo di ciclo base desiderato viene richiesto:

```
TEMPO DI INIZIO DELLA LEGGE DI MOTO (sec) [ 0.000 ] >
```

questo valore viene utilizzato per effettuare la fasatura delle leggi di moto (**Tiniz**); ed inoltre

```
NUMERO DI CICLI ( = -1 INFINITO ) [ 1 ] >
```

che indica il numero di volte che il ciclo base verrà ripetuto; se si digita **-1** il ciclo base viene ripetuto per un numero illimitato di volte.

Le richieste successive dipendono dal tipo di ciclo base scelto.

Scelto il ciclo base (vedi paragrafi successivi) e assegnati tutti i dati necessari a definire la legge di moto il sistema chiede se si vuole visualizzare, per controllo, la legge di moto completa.

A questo punto è possibile o tornare a modificare qualche parametro della legge di moto o ritornare al modulo **Gestore** con il comando [G].

Prima di passare il controllo al **Gestore** il sistema calcola automaticamente il tempo massimo di analisi (**Tmax**) che viene posto uguale al maggiore dei tempi di fine legge calcolati come descritto in I - 5.5.

II - 7.1 Ciclo generico

Per definire questo tipo di ciclo si deve indicare il tempo di avanzamento, la corsa e il diagramma delle accelerazioni per ogni tratto in cui è stato suddiviso il ciclo base.

Il primo dato che bisogna inserire e' il tempo di sincronizzazione del ciclo rispetto alla posizione del movente (vedi I - 5.4):

TEMPO DI SINCRONIZZAZIONE DEL CICLO BASE [0.0] >

Quindi il numero di tratti in cui il ciclo va suddiviso:

NUMERO TRATTI CICLO ? (MAX 15) >

Per ogni tratto viene richiesto:

TEMPO DI AVANZAMENTO DEL n^ TRATTO [sec] >

Per i moventi rotanti:

ROTAZIONE ASTA [gradi] >

Per moventi lineari:

ALLUNGAMENTO ASTA [mm] >

A questo punto **MeCad** presenta un Menù per la scelta della legge di accelerazione:

TIPO DI LEGGE DI ACCELERAZIONE NEL TRATTO	
1)	SETTE TRATTI GENERICA
2)	SINUSOIDALE
3)	COSINUSOIDALE
4)	SINUSOIDALE MODIFICATA
5)	TRAPEZOIDALE MODIFICATA
6)	CUBICA
7)	LEGGE 3 4 5
8)	LEGGE 3 5 7
9)	LEGGE 4 5 6 7
10)	LEGGE 5 6 7 8 9
11)	LEGGE 6 7 8 9 10 11
LEGGE DI ACCELERAZIONE NEL TRATTO [1..11] () [n]	
>	

Se si sceglie una delle opzioni da [1] a [5], che corrispondono a leggi di accelerazione a 7 tratti descritta al § I - 5.1, **MeCad** mette a disposizione una interfaccia grafica per facilitare l'introduzione dei parametri che definiscono la legge di accelerazione. In particolare viene visualizzata una *trapezoidale modificata* divisa in 7 zone (Fig. 31) ad ognuna delle quali va

assegnato il rapporto percentuale, tra la durata del tratto e il tempo di avanzamento. Il parametro che viene richiesto e' evidenziato in **rosso** sul grafico.

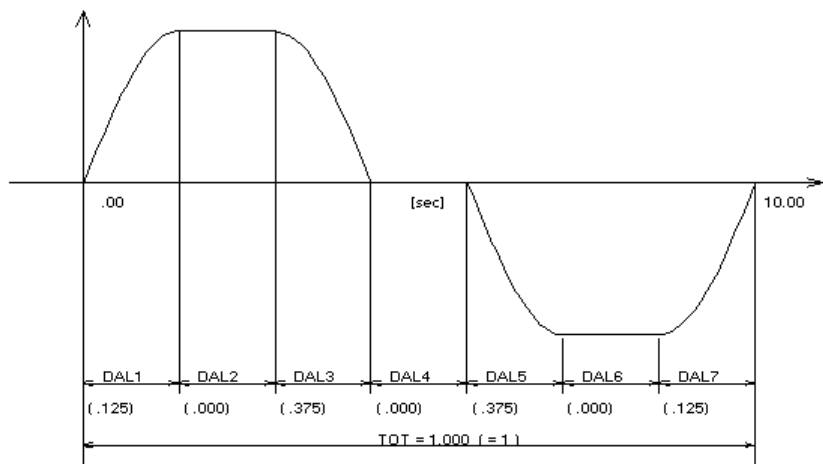


Figura 31 trapezoidale modificata

Completata la definizione del diagramma delle accelerazioni viene evidenziata la forma effettiva e chiesta conferma prima di procedere alla definizione dei successivi tratti del ciclo base.

II - 7.2 Ciclo letto da file

Il nome del file dal quale si desidera leggere il ciclo base deve essere inserito dopo il seguente prompt:

NOME DEL FILE DAL QUALE LEGGERE >

Assegnato il nome del file viene controllato che esista e successivamente viene letto il ciclo base contenuto, indicato il tempo di ciclo e richiesto il tempo di sincronizzazione della legge di moto rispetto alla posizione del movente.

Nota 1:

quando si modifica una legge di moto letta da file assegnando una nuovo file al movente, la legge in memoria viene sostituita. Se la legge non è stata salvata su disco o non è presente nel file <.mec> viene irrimediabilmente persa. Per questo quando si effettua questa modifica il programma avverte l'utente che la legge in memoria verrà sostituita dalla nuova anche se il nome è il medesimo; infatti la legge in memoria viene letta direttamente dal file <.mec> e potrebbe non coincidere con la legge presente su disco pur avendo lo stesso nome.

Nota 2:

*il file deve essere un file formattato avente estensione *.txt contenente per ogni posizione:*

*tempo (**T**), corsa (**Y**), velocità (**V**) ed accelerazione (**A**) del movente.*

Ad esempio, utilizzando un programma in Fortran, la generica posizione può essere scritta con la seguente istruzione:

WRITE (N, *) T, Y, V, A

II - 7.3 Ciclo a velocità costante

Avendo optato per questo tipo di ciclo e' necessario definire i seguenti parametri:

per movente rotante:

CORSA TOTALE MANOVELLA [gradi] >
VELOCITÀ DI ROTAZIONE [rad/sec] >

Per movente lineare:

CORSA TOTALE AZIONAMENTO [mm] .>
VELOCITÀ DI ALLUNGAMENTO [mm/sec] >

Definiti tali valori viene chiesto di indicare la posizione del movente all'inizio del ciclo base.

per movente rotante:

ANGOLO NELLA POSIZIONE DI INIZIO CICLO >

per movente lineare:

LUNGHEZZA MINIMA DELL'ASTA

Nota:

per gli azionamenti rotanti con corsa uguale a 360° quest'ultima richiesta non viene effettuata.

Una volta inseriti i valori della corsa e della velocità di rotazione o di allungamento, il programma calcola automaticamente il tempo di ciclo.

II - 7.4 Ciclo ad accelerazione costante agli estremi della corsa

Le richieste per questo ciclo sono analoghe alle precedenti:

per movente rotante:

CORSA TOTALE MANOVELLA [gradi]...>
ACCELERAZIONE [rad/sec**2]...>
VELOCITÀ MASSIMA DI ROTAZIONE [rad/sec] . .>
ANGOLO NELLA POSIZ. DI INIZIO DEL CICLO BASE >

Per movente lineare:

CORSA TOTALE AZIONAMENTO [mm] >
ACCELERAZIONE [mm/sec**2]...>
VELOCITÀ MASSIMA DI ALLUNGAMENTO [mm/sec]...>
LUNGHEZZA MINIMA ASTA [mm] >

Una volta inseriti i valori della corsa, della accelerazione e della velocità massima di rotazione o di allungamento, il programma calcola automaticamente il tempo di ciclo.

II - 7.5 Altri comandi del modulo

Il modulo **Leggi di moto** prevede inoltre i seguenti comandi (visibili premendo il tasto di Help **[H]**) :

TASTI ABILITATI:	
L:	MODIFICA LEGGE DI MOTO
M:	MODIFICA LEGGE DI TIPO GENERICO
C:	COPIA LA LEGGE DI MOTO
V:	VISUALIZZA LA LEGGE DI MOTO
P:	PROFILA LA CAMMA
A:	RACCORDA LE ACCELERAZIONI
+:	PASSAGGIO PER UN PUNTO
G:	GESTORE
Z:	ZOOM
H:	HELP

Comando **[L]**: (*[L]egge*)

e' il comando principale e consente la modifica della legge di moto con le modalità appena viste.

Comando **[M]** (*[M]odifica una legge "ciclo generico"*) :

può essere utilizzato solo per leggi di tipo "**ciclo generico**" (indicata da un cerchio di colore ciano), e consente di: **modificare/ eliminare/ aggiungere** un singolo tratto del ciclo base.

Per accedere a questa funzione, dal menù **Leggi di Moto** occorre posizionare il cursore sulla legge da modificare, e quindi premere **[M]**.

Il programma visualizza il grafico del ciclo base, evidenziando i tratti in cui e' suddiviso per mezzo di rettangoli di colore **rosso** e/o **verde** che appaiono nella parte superiore della legge(il bordo **verde** indica una 7 - tratti, mentre quello **rosso** indica che il tratto e' una polinomiale).

Inoltre nella parte superiore del video compare il prompt:

(I)nserisci, (M)odifica, (E)limina tratto, (D)ati ciclo, (F)ine modifica>

Digitando **[I]** si ha la possibilità di inserire un nuovo tratto nel ciclo base nella posizione desiderata.

Scegliendo l'opzione Modifica (tasto **[M]**), l'utente può modificare un qualsiasi tratto del ciclo base.

Se si preme il tasto **[E]** e' possibile cancellare un tratto del ciclo base inserendo il numero che lo contraddistingue.

Con l'opzione **[D]** (Dati ciclo) e' possibile variare il tempo di inizio della legge di moto, il numero di cicli ed il tempo di sincronizzazione.

Infine il comando [**F**] ritorna il controllo al modulo **Leggi di Moto**.

Comando [**C**] (*[C]opia la legge di moto*) :

questo comando permette di definire le caratteristiche della legge di moto di un movente duplicando le informazioni relative ad un'altra legge di moto.

E' necessario che prima venga indicato il movente la cui legge di moto deve essere copiata e successivamente il movente a cui va assegnata (*target*).

Comando [**V**] (*[V]isualizza la legge di moto*) :

Viene richiesto di indicare la legge di moto che si vuole visualizzare e quindi viene tracciato sul video il grafico della stessa. Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo II - 10.3

Comando [**W**]: (*[W]rite*)

Premendo il tasto [**W**] e' possibile salvare in un file con estensione **.ldm** i parametri che definiscono una legge di moto di tipo generico.

Comando [**R**]: (*[R]ead*)

Premendo il tasto [**R**] e' possibile leggere da file una legge di moto di tipo generico precedentemente salvata col comando [**W**].

Comando [**E**]: (*[E]lenco*)

Permette di visualizzare i file <**.ldm**> presenti su disco.

Comando [**S**]: (*[S]cala la legge*)

Premendo il tasto [**S**] e' possibile scalare una legge di moto letta da file. Il programma chiede all'utente il nome del file <**.txt**> in cui si desidera salvare la legge, quindi il fattore di scala dei tempi e il fattore di scala per le ordinate. **MeCad** non assegna automaticamente la nuova legge al membro movente ma deve essere l'utente ad assegnarla esplicitamente.

Nota:

*le stesse operazioni possono essere compiute all'esterno di **MeCad** utilizzando il programma di utilità **Scaldmt.exe**.*

Comando [**P**] (*[P]rofila la camma*) :

con questo comando è possibile profilare una camma, il cui cedente realizzi la legge di moto di un movente del meccanismo. Quando si utilizza questo comando, viene richiesto di indicare la legge desiderata e quindi il controllo passa al modulo di **Profilatura** delle camme descritto al Capitolo II - 11.

Comando [**A**] (*raccorda le [A]ccelerazioni*) :

Permette di raccordare l'accelerazione tra i tratti in cui e' diviso il ciclo base.

Il programma chiede all'utente di scegliere il tratto da raccordare:

Primo tratto da raccordare [Max= nnn] >

Se ad esempio si desidera raccordare l'accelerazione tra il 2° e il 3° tratto del ciclo base bisognerà digitare 2 .

Una volta scelto il tratto chiede se si desidera raccordare le accelerazioni a *sinistra* , a *destra* oppure da *entrambi* i lati .:

1 = raccordo entrambi i tratti sx e dx

2 = raccordo solo tratto destro

3 = raccordo solo tratto sinistro

Nel caso di *raccordo a destra* (opzione [2]) vengono modificate le ampiezze degli intervalli (**DAL1** ... **DAL7**) del tratto successivo a quello scelto.

Se si è scelto *raccordo a sinistra* (opzione [3]) vengono modificate le ampiezze degli intervalli (**DAL1** ... **DAL7**) del tratto scelto.

Per leggi '*cicliche*' può essere utile raccordare l'ultimo tratto con il primo. Per far ciò è sufficiente scegliere come tratto da raccordare l'ultimo e impostare raccordo "*a destra*" (non viene effettuato alcun controllo sulle alzate).

Nota:

*L'algoritmo di modifica varia la durata degli intervalli (**DAL1** ... **DAL7**) mantenendo però inalterata la durata dell'intervallo ad accelerazione nulla (**DAL4**) nonche' il rapporto reciproco tra i primi tre sottotratti (**DAL1**, **DAL2**, **DAL3**) e il rapporto reciproco tra **DAL5**, **DAL6** e **DAL7**. La modifica di questi valori da parte dell'utente consente di pilotare il risultato.*

Comando [+]
(passaggio per un punto) :

questa opzione consente di modificare una legge a 7 tratti in modo che passi per un punto. Per accedere a questa funzione e' necessario, prima di premere il tasto [+], puntare con il cursore la legge di moto da modificare. A questo punto il programma la visualizza e chiede:

- *il tratto che si vuole modificare,*
- *il tempo al quale si vuole imporre l'alzata desiderata e*
- *il valore dell'alzata stessa.*

Per default il programma suggerisce come alzata da imporre quella corrente. Nella parte superiore della legge compaiono dei rettangoli di colore **rosso** e/o **verde**.

Il bordo **verde** indica che il tratto e' un 7 - tratti e quindi e' modificabile.

Il bordo **rosso** indica che il tratto e' una polinomiale e quindi non e' modificabile.

Affinché questa modifica sia attuabile l'alzata imposta deve essere necessariamente compresa nella losanga che si otterrebbe con due cicli ad accelerazione costante positiva e negativa. Se il passaggio per il punto introdotto non è possibile il programma lo segnala all'utente invitandolo a modificarne il valore.

Nota:

*l'algoritmo di modifica varia la durata degli intervalli (**DAL1** . . . **DAL7**) mantenendo però inalterata la durata dell'intervallo ad accelerazione nulla (**DAL4**) nonché il rapporto reciproco tra i primi tre sottotratti (**DAL1**, **DAL2**, **DAL3**) e il rapporto reciproco tra **DAL5**, **DAL6** e **DAL7**. La modifica di questi valori da parte dell'utente consente di pilotare il risultato.*

II - 8 FASATURA DELLE LEGGI DI MOTO

Questo modulo permette di effettuare la fasatura delle leggi di moto dei moventi e viene attivato con il comando [**F**] del **Gestore**. Il video viene suddiviso in due zone (Fig. 32): quella di sinistra viene utilizzata per rappresentare lo schema cinematico del meccanismo, in quella di destra vengono visualizzate contemporaneamente fino a **8 leggi di moto**.

Sullo schema cinematico le leggi di moto vengono numerate, in modo da poterle associare ai relativi diagrammi.

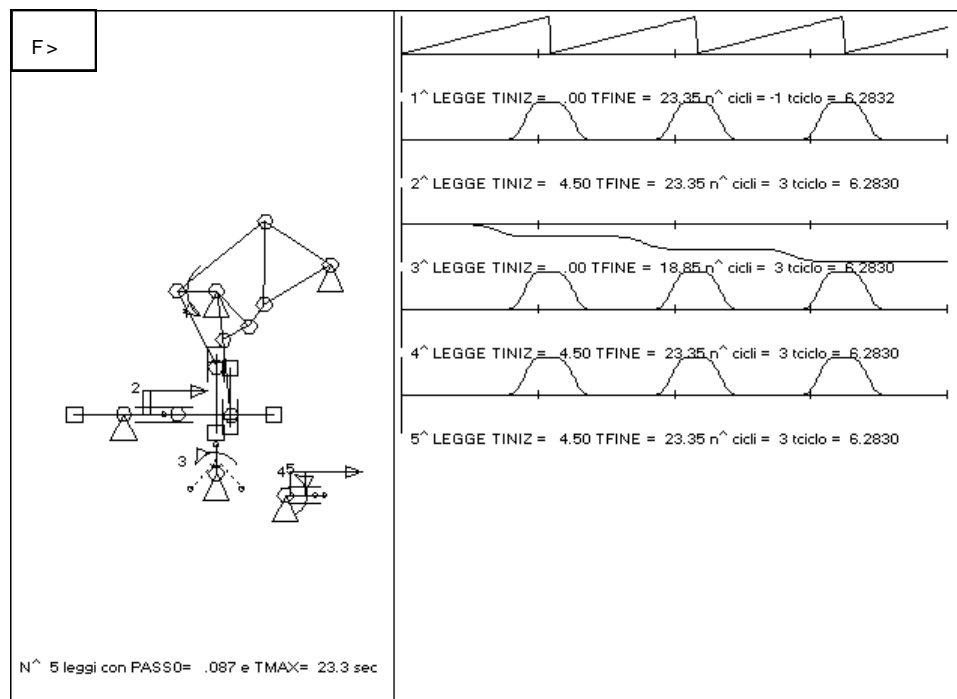


Figura 32 layout del modulo di fasatura leggi di moto

Disegnate le leggi di moto compare il prompt:

F >

I comandi che possono essere utilizzati sono i seguenti:

F - Menù Fasatura	
I	MODIFICA IL TEMPO DI INIZIO LEGGE
F	MODIFICA IL TEMPO DI FINE LEGGE
T	MODIFICA IL TEMPO MASSIMO DI ANALISI
P	MODIFICA IL PASSO DI ANALISI
L	MODIFICA IL LAY-OUT DELLE LEGGI DI MOTO
H	HELP
S	STAMPA LA LEGGE DI MOTO
O	PLOTTA LA LEGGE DI MOTO
Z	ZOOM (dello schema cinematico)
G	GESTORE

Comando **[I]** (*modifica tempo di [I]nizio legge*) :

questo comando permette di modificare il tempo di inizio della legge di moto. L'effetto di questa modifica è quello di spostare la legge nel riferimento assoluto utilizzato per la fasatura.

Il programma chiede:

LEGGE DA MODIFICARE >

Bisogna digitare il numero della legge corrispondente.

Quindi viene richiesto:

TEMPO DI INIZIO LEGGE >

Viene aggiornato il grafico della legge di moto e si ritorna al prompt **F>**.

Comando **[F]** (*modifica tempo di [F]ine legge*) :

questo comando permette di modificare il tempo di fine della legge di moto, variando l'intervallo di tempo (**TINIZ-TFINE**) in cui è attivo il movente.

Modificando questo parametro il sistema, se necessario, modifica il numero di cicli e il tempo massimo di analisi.

Viene richiesto:

LEGGE DA MODIFICARE >

che deve essere una delle leggi presenti sul video, successivamente viene richiesto:

TEMPO DI FINE LEGGE >

Il grafico della legge di moto viene aggiornato e si ritorna al prompt **F>**.

Comando **[T]** (*modifica tempo massimo di analisi*) :

permette di modificare il tempo massimo di analisi, viene richiesto:

TEMPO MASSIMO DI ANALISI >

Dato il quale viene aggiornato il grafico e si ritorna al prompt **F>**.

Comando **[P]** (*modifica il [P]asso d'analisi*) :

consente di modificare l'intervallo tra una posizione e la successiva durante l'analisi.

Viene richiesto:

PASSO MASSIMO DI ANALISI >

Viene aggiornato il grafico e si ritorna al prompt **F>**.

Comando **[L]** (*[L]ayout*) :

permette di modificare la disposizione delle leggi di moto sul video, in questo modo, nel caso che le leggi di moto siano più di otto, si può procedere alla fasatura delle leggi non visualizzate nel primo disegno. Le finestre sono numerate in ordine crescente dall'alto verso il basso (Fig. 32).

Viene dapprima richiesto il numero della finestra

NUMERO FINESTRA >

e successivamente il numero della legge di moto da visualizzare

LEGGE DI MOTO DA VISUALIZZARE >

Dato il quale viene aggiornato il grafico e si ritorna al prompt **F**>.

Comando [**S**] (*[S]tampa la legge*) :

viene tabulata e stampata (su stampante o su file) la legge individuata dal numero inserito dall'utente al seguente prompt:

LEGGE DA STAMPARE >

Comando [**O**] (*pl[O]tta il grafico*) :

Con questo comando vengono plottati i diagrammi delle leggi di moto dei moventi. E' possibile ottenere cinque diverse leggi di moto alla volta su un formato *UNI A4*.

II - 9 MODIFICA I DEFAULT DELL'ANALISI CINEMATICA

Quando il sistema effettua l'analisi cinematica vengono utilizzati alcuni parametri per definire come l'analisi debba essere effettuata. Questi parametri vengono modificati con il comando **[B]** del **Gestore**.

Viene richiesto di definire:

PASSO DI ANALISI: ? (sec) [0.0868] >

passo, in secondi, tra una posizione di analisi e la successiva. Il valore riportato tra parentesi quadre rappresenta il valore attuale del passo.

ITERAZIONI MASSIME ? [7] >

che rappresenta il numero massimo di passi che viene effettuato, utilizzando il metodo di Newton-Raphson, per determinare la configurazione congruente del sistema articolato.

TOLLERANZA SUI RESIDUI ? (mm) [0.0005] >

è la tolleranza sulla convergenza del metodo iterativo usato per il calcolo della configurazione del meccanismo

Se è stata richiesta la modifica dei valori di default e si desidera modificare solo il passo premendo il tasto **[ESC]** si saltano le successive richieste.

Nota:

quando si voglia effettuare l'analisi con una precisione maggiore è necessario diminuire il passo di analisi (aumentando così i punti di analisi), aumentare il numero di cicli di Nw-Rph e diminuire la tolleranza.

II - 10 OUTPUT

I dati di output e le informazioni che si possono ottenere con **MeCad** sono:

- *La struttura dati e le leggi di moto (comando [O] del Gestore).*
- *Il disegno delle traiettorie dei nodi del meccanismo (comando [T] del Gestore).*
- *Il diagramma di spostamento velocità ed accelerazione dei nodi e dei membri del meccanismo (comando [V] del Gestore).*
- *La simulazione del movimento dei membri del meccanismo (comando [S] del Gestore).*
- *L'angolo di trasmissione (comando [U] del Gestore).*
- *Il diagramma di spostamento, velocità ed accelerazione tra due aste del meccanismo (comando [R] del Gestore)*

Nota:

i disegni ed i grafici visualizzati sullo schermo possono essere stampati, utilizzando il plotter, nei formati UNI A3 e A4.

II - 10.1 Struttura dati e legge di moto

Tramite il comando [O] del **Gestore** si può ottenere la stampa delle informazioni introdotte durante la definizione del meccanismo e delle leggi di moto. Inoltre è possibile "plottare" lo schema cinematico del meccanismo.

Premendo il tasto [O] compare il prompt:

O >

I comandi ammessi, visualizzabili con [H] sono:

O - Menù OutPut	
P	PLOTTA IL SISTEMA ARTICOLATO
S	STAMPA I DATI
G	GESTORE
H	HELP

II - 10.1.1 Descrizione dei comandi.

Comando [P] ([P]lotta lo schema cinematico) :

Con questo comando è possibile ottenere dei disegni, in formato **A3** e **A4**, dello schema cinematico del meccanismo. Il disegno non viene stampato direttamente, ma vengono preparati i file da inviare in stampa successivamente.

Il programma chiede il formato di stampa:

FORMATO A3, A4 ? [3/4] >

alla quale si risponde indicando il formato desiderato (tasti [3] o [4]).

Si può scegliere se stampare solo il livello corrente o i meccanismi presenti in tutti e 4 i livelli:

SOLO IL LIVELLO CORRENTE ? [Y/N] >

Rispondendo [**N**] si ottiene un disegno nel quale sono riportati contemporaneamente gli schemi cinematici dei meccanismi presenti sui vari livelli.

Se si risponde [**Y**] viene richiesta la scala con cui disegnare il meccanismo. Nella richiesta viene presentato il valore attuale della scala, calcolato automaticamente da **MeCad**, che permette di rappresentare il meccanismo occupando l'intera area utile del formato. Inoltre, se si è scelto il formato UNI A3, viene richiesto se sul disegno debbano essere riportati anche i parametri geometrici dei vari membri (coordinate dei nodi, lunghezze e inclinazioni aste, ecc.).

Il sistema presenta un nome di default per il file in cui salvare il disegno da inviare al plotter. Ovviamente questo nome può essere modificato dall'utente (si ricorda che premendo il tasto [**Tab**] si cancella il campo di input).

Comando [**S**] (*[S]tampa dei parametri del meccanismo*) :

Con questo comando è possibile ottenere la stampa di tutti i parametri presenti nel database del meccanismo. Si possono ottenere tre stampe differenti:

1) Stampe relative alle caratteristiche del sistema articolato:

informazioni memorizzate durante la fase di digitalizzazione e informazioni relative alla scrittura automatica delle equazioni.

2) Stampa delle caratteristiche delle leggi di moto:

vengono stampate tutte le informazioni introdotte per definire le leggi di moto suddividendole in quelle di tipo generale, che sono tabulate, ed in quelle caratteristiche della singola legge di moto, che vengono stampate separatamente.

3) Stampa dei parametri geometrici:

questa stampa permette di ottenere tutte le caratteristiche geometriche del meccanismo che si sta analizzando. E' possibile ottenere la stampa dei parametri geometrici dei meccanismi presenti sui 4 livelli.

La scelta del tipo di stampa richiesta viene effettuata rispondendo alle seguenti domande:

per il primo tipo di stampa

STAMPO LA STRUTTURA DATI ? [Y/N] >

per il secondo tipo di stampa

STAMPO LE LEGGI DI MOTO ? [Y/N] >

per il terzo tipo

STAMPO I PARAMETRI GEOMETRICI ? [Y/N] >

II - 10.2 Traiettorie

Questo modulo effettua la visualizzazione delle traiettorie dei nodi del meccanismo e viene attivato con il comando [T] del **Gestore**.

Oltre alle traiettorie è possibile chiedere che venga rappresentato lo schema cinematico del meccanismo in alcune posizioni particolari. Per rendere più chiaro il disegno, ad ogni nodo viene assegnato un colore diverso dal precedente, in questo modo e' agevole distinguere le traiettorie. Nel disegno viene anche rappresentato lo schema cinematico del meccanismo nella configurazione iniziale e, qualora questo si verifichi, anche in quella di impuntamento.

Terminato il tracciamento delle traiettorie appare il prompt:

T >

Le opzioni disponibili sono:

T - Menù Traiettorie	
B	PUNTO DI BIELLA
D	DISEGNA LA TRAIETTORIA DI UN NODO
P	PLOTTA IL GRAFICO
R	RAGGIO DI CURVATURA
T	RIDISEGNA LE TRAIETTORIE
F	DISEGNA IL RIFERIMENTO RELATIVO ON/OFF
?	RICHIESTA POSIZIONE DI UN PUNTO
K	RICHIESTA DISTANZA TRA DUE PUNTI
A	RICHIESTA ANGOLO TRA TRE PUNTI
I	Disegna il Meccanismo in un punto della traiettoria del Nodo Base
G	GESTORE
H	HELP
Z	ZOOM

II - 10.2.1 Descrizione dei comandi

Comando [B] (*punto di [B]iella*) :

con questo comando, e' possibile visualizzare la traiettoria di un punto solidale con un membro del meccanismo.

Comando [D]: (*traiettoria di un nodo*) :

permette di evidenziare la traiettoria di un nodo. Una volta premuto il tasto [D], il sistema chiede che venga indicato con il cursore il nodo la cui traiettoria deve essere disegnata.

Comando [P] (*[P]lotta le traiettorie*) :

consente di stampare il meccanismo e le traiettorie visualizzate sullo schermo in formato A4 e A3. Con questo comando, l'output non viene indirizzato direttamente al

plotter, ma le informazioni vengono salvate in un file che verrà utilizzato successivamente in una fase off-line di plottaggio. Il programma visualizza il nome assegnato al disegno che dovrà essere utilizzato successivamente per ottenere la stampa.

Comando [R] (*[R]aggio di curvatura*) :

visualizza l'andamento del raggio di curvatura della traiettoria

Comando [T] (*[T]raiettorie*) :

questa opzione permette di effettuare un nuovo disegno delle traiettorie e consente inoltre di cambiare la configurazione del meccanismo.

Vengono poste le seguenti domande:

DISEGNO IL MECCANISMO NELLA POSIZIONE INIZIALE [Y/N] ? >

Se durante l'analisi cinematica si è verificato l'impuntamento viene anche richiesto:

DISEGNO IL MECCANISMO NELLA POSIZIONE DI IMPUNTAMENTO [Y/N]
?

Infine il programma chiede:

DISEGNO IL MECCANISMO IN UN'ALTRA POSIZIONE [Y/N] ? >

Rispondendo [Y] è possibile visualizzare il meccanismo in una diversa posizione che viene scelta dall'utente attraverso il seguente menù:

SCELTA POSIZIONE	
1	ANGOLO DI UN'ASTA
2	ANGOLO TRA DUE ASTE
3	POSIZIONE DI UN NODO
4	DISTANZA TRA DUE NODI
5	TEMPO

Comando [1] (*Angolo di un'asta*) :

la nuova posizione viene assegnata dando come input la posizione angolare assoluta dell'asta. Prima di assegnare il valore dell'angolo (in gradi), bisogna indicare l'asta tramite il cursore.

Comando [2] (*Angolo tra due aste*) :

dopo aver individuato le due aste servendosi del cursore si immette l'angolo che si vuole avere tra le due aste.

Comando [3] (*Posizione di un nodo*) :

dopo aver indicato il nodo, viene richiesta la posizione assoluta che si vuole abbia il nodo quando il meccanismo verrà disegnato.

COORDINATA X DEL NODO [mm]

COORDINATA Y DEL NODO [mm]

Comando [4] (*Distanza tra due nodi*) :

con il cursore bisogna individuare i due nodi, quindi il programma chiede la distanza tra i nodi che individua la configurazione che verrà disegnata.

Comando [5] (*tempo di analisi*) :

In questo caso viene richiesto di indicare il tempo di analisi relativo alla posizione per cui disegnare il meccanismo.

Nota:

*soddisfatte le richieste relative alla scelta effettuata vengono ridisegnate le traiettorie e lo schema cinematico nella posizione **che più si avvicina** alla condizione richiesta.*

Comando [F] (*ri[F]erimento relativo*) :

consente di passare dal disegno delle traiettorie nel riferimento assoluto alla rappresentazione nel riferimento relativo (vedi II - 10.3) e viceversa.

Comando [?]:

permette di conoscere la posizione di un punto, indicato con il cursore, nel piano del disegno.

Comando [K]:

consente di ottenere la distanza tra due punti, indicati con il cursore, nel piano del disegno.

Comando [A]:

permette di conoscere l'angolo definito da tre punti del piano di lavoro. Bisogna indicare con il cursore prima il vertice e successivamente gli altri due punti.

Comando [I]:

permette di disegnare il meccanismo in un punto della traiettoria del Nodo Base, precedentemente selezionato con il comando [D]. Per far ciò è sufficiente posizionare il cursore del mouse sulla traiettoria e confermare premendo un tasto.

II - 10.3 Visualizzazione delle leggi di moto di aste e nodi

II - 10.3.1 Generalità

Con il comando [v] (*Visualizza*) del **Gestore** è possibile visualizzare in un grafico, la legge di moto di un qualsiasi membro o nodo del meccanismo. Inoltre in questa fase e' possibile definire un sistema di **riferimento relativo** nel quale rappresentare le grandezze cinematiche.

Una volta l'opzione , viene visualizzato lo schema cinematico del meccanismo, compare il cursore del mouse ed il sistema di riferimento corrente (asse X in rosso ed asse Y in verde) al quale si riferiscono le grandezze cinematiche visualizzate.

Il prompt attivo e' il seguente:

INDICA NODO / ASTA / LEGGE >

A questo punto per ottenere la legge di moto di un nodo o di un'asta (nel sistema di riferimento "settato") è sufficiente puntare l'elemento con il cursore del mouse e premere uno dei pulsanti e del mouse oppure la barra spaziatrice.

Tasto sinistro del mouse: se dopo aver scelto il nodo o l'asta si preme il tasto sinistro i grafici che si ottengono si riferiscono allo spostamento dell'elemento rispetto alla sua posizione iniziale.

Tasto destro del mouse: con questo tasto si ha il moto del nodo o dell'asta tenendo conto della posizione assunta all'istante iniziale. Le due modalità di richieste sono identiche per quanto concerne velocità ed accelerazione, mentre differiscono per una costante additiva (la posizione iniziale) per quanto riguarda gli spostamenti.

Barra spaziatrice : Se è stato scelto un nodo il cui accoppiamento cinematico è un carrello o un pattino, utilizzando questo tasto viene visualizzata la legge di moto del nodo rispetto alla sua guida sulla quale scorre.

Nota:

è' anche possibile visualizzare la legge di moto di un movente; per far questo è sufficiente puntare il cursore nella zona circolare (disegnata in bianco) che identifica la legge di moto.

Premendo invece il tasto [H] appare il menù:

TASTI ABILITATI	
G	GESTORE
H	HELP
Z	ZOOM
A	Riferimento Assoluto
R	Riferimento Relativo
F	Disegna nel Rif Relativo [ON/OFF]

Comando [**A**] (*riferimento [A]ssoluto*):

premendo il tasto [**A**] si ripristina il riferimento assoluto

Comando [**R**] (*riferimento [R]elativo*):

premendo il tasto [**R**] si accede alla modifica del sistema di riferimento. Il programma chiede all'utente di definire un nodo *Origine* e quindi di indicare con il cursore un altro nodo del meccanismo che definisce la direzione positiva dell'asse X.

Se si clicca due volte su uno stesso nodo **MeCad** assume come nuovo sistema di riferimento quello traslante col nodo stesso. Inoltre il programma chiede all'utente di assegnare l'orientamento del sistema traslante (il valore di default e' 0).

Comando [**F**] (*ri[F]erimento relativo*) :

consente di passare dal disegno delle traiettorie nel riferimento assoluto alla rappresentazione nel riferimento relativo e viceversa.

II - 10.3.2 Analisi cinematica di un nodo

Se si è selezionato un nodo viene effettuata la seguente richiesta:

TIPO ANALISI ? [M=MODULO D=DIREZIONE T=ACC.TANG.-RAD.] >

Rispondendo [**M**] vengono diagrammati i moduli delle grandezze cinematiche relative al nodo.

Rispondendo [**D**] vengono diagrammate le grandezze cinematiche del nodo dopo averle proiettate su una direzione scelta dal progettista.

Rispondendo [**T**] viene diagrammato l'andamento dell'accelerazione del nodo scomponendola nelle due componenti normale e tangente alla traiettoria del nodo.

Specificato il tipo di grafico desiderato questo viene visualizzato e compare presentato il prompt:

V >

A questo punto è disponibile il seguente menù di comandi:

V - Menù Visualizza	
V	NUOVO PUNTO / ASTA
N	CONTINUA
R	SALVA LA LEGGE DI MOTO
P	PLOTTA IL GRAFICO
L	STAMPA LA LEGGE DI MOTO
?	RICHIESTA VALORI DI S.V.A RELATIVI AD UNA POSIZIONE DI ANALISI
H	HELP
G	GESTORE
S	CAMBIA LE SCALE AI GRAFICI
D	DEFINISCI IL MOVENTE PRINCIPALE
Z	ZOOM DEI GRAFICI
A	RIDISEGNA TUTTO IL GRAFICO

Comando [**V**] (*nuovo punto o nuova asta*) :

Il comando [**V**] ripresenta il disegno dello schema cinematico e chiede di indicare il membro di cui interessa conoscere la legge di moto.

Comando [**N**] (*co[N]tinua*):

permette di ottenere un diverso grafico relativo allo stesso punto (consente di variare il tipo di grafico visualizzato).

Comando [**R**] (salva la legge di moto) :

salva la legge di moto del membro in un file per permetterne una successiva elaborazione; in questo modo, ad esempio, il file può essere utilizzato come ciclo base per una successiva analisi con **MeCad**.

Per quanto riguarda le leggi di moto di un nodo, il programma salva due file ASCII.

Il primo, di estensione **<.txt>**, contiene il tabulato del grafico, dove per ogni passo di analisi vengono scritti tempo, spostamento, velocità ed accelerazione.

Per leggere questo file, si può utilizzare, ad esempio, la seguente istruzione FORTRAN:

```
read( nunit, * ) tempo, spost, veloc, accel
```

Il secondo file avente estensione **<.xy>** contiene le informazioni cinematiche complete del nodo in esame organizzate nel seguente modo

```
<t> <spX> <spY> <velX> <velY> <accX> <accY>
```

Comando [**P**] (*[P]lotta i grafici*) :

Il comando [**P**] permette di plottare su formato UNI A4 il grafico presente sul video; l'output e' composto da due aree, in quella superiore vengono scritte le principali informazioni relative al grafico mentre in quella inferiore, suddivisa in 9 zone, vengono diagrammate le grandezze cinematiche.

Il programma chiede all'utente:

```
VUOI IL DISEGNO DEL MECCANISMO [1-9] N=no >
```

Rispondendo con [**N**] viene preparato solo il disegno del grafico.

Rispondendo con un numero da **1** a **9** viene stampato anche lo schema cinematico del meccanismo nell'area indicata dal numero digitato.

Area titoli		
7■	8■	9■
4■	5■	6■
1	2	3

Comando [**L**] (*stampa i parametri della [L]egge di moto*) :

output su stampante di un tabulato contenente le caratteristiche della legge di moto che è presente sul video.

Il programma chiede di indicare il passo di stampa:

```
STAMPO UN DATO OGNI QUANTO ? (5) >
```

Nota:

Il passo minimo di stampa è quello definito nell'ultima analisi cinematica; quindi, volendo un passo più piccolo di quello attualmente utilizzato si deve ripetere l'analisi cinematica specificando il passo desiderato.

Comando [?] (*interroga il grafico*) :

consente di interrogare, usando il cursore, il grafico della legge di moto, fornendo spostamento, velocità, accelerazione e tempo di analisi.

Per terminare la sezione di richiesta informazioni bisogna premere il tasto [ESC].

Premendo il tasto [T], **MeCad** consente di introdurre da tastiera il tempo al quale si vogliono conoscere i valori della legge di moto.

Comando [S] (*modifica la [S]cala dei grafici*) :

questo comando permette di cambiare la scala di rappresentazione dei grafici modificando i valori di fondo scala.

Il programma chiede i valori di fondo scala per lo *spostamento*, la *velocità* e l'*accelerazione*. Successivamente viene chiesto di definire la zona del grafico da visualizzare:

TEMPO MINIMO ? [SEC] >

ed il

TEMPO MASSIMO ? [SEC] >

In questo modo è possibile visualizzare solo un tratto della legge di moto.

Comando [D] : (*[D]efinisce il movente principale*) :

questo comando permette all'utente di definire un movente come movente principale in modo che quando si effettua l'interrogazione di un grafico di un elemento del meccanismo, **MeCad** fornisce anche le grandezze cinematiche del movente selezionato.

Comando [Z] (*[Z]oom del grafico*) :

questo comando consente di selezionare con il cursore la porzione di grafico da visualizzare.

Comando [A] (*zoom [A]utomatico*) :

ridisegna la legge di moto usando una scala "automatica", in modo da visualizzarla in modo completo sul monitor.

II - 10.3.3 Analisi cinematica di un'asta

Indicando un'asta si ottiene il diagramma (relativo al riferimento scelto) della legge di moto con cui ruota, che può essere sia quella imposta dall'eventuale movente ad essa applicato oppure quella ricavata dall'analisi cinematica.

Visualizzata la legge di moto appare il prompt:

V >

A questo punto è disponibile il seguente menù di comandi:

V - Menù Visualizza	
V	NUOVO PUNTO / ASTA
C	DISEGNA LA CAMMA
P	PLOTTA IL GRAFICO
L	STAMPA LA LEGGE DI MOTO
R	SALVA LA LEGGE DI MOTO
?	RICHIESTA VALORI DI S.V.A RELATIVI AD UNA POSIZIONE DI ANALISI
H	HELP
G	GESTORE
S	CAMBIA LE SCALE AI GRAFICI
D	DEFINISCI IL MOVENTE PRINCIPALE
Z	ZOOM DEI GRAFICI
A	RIDISEGNA TUTTO IL GRAFICO

Per il comando [C] si rimanda al Capitolo II - 11, mentre per gli altri si veda il paragrafo precedente.

II - 10.3.4 Analisi cinematica di un carrello o di un pattino

Indicando un carrello o un pattino e premendo la **barra spaziatrice**, viene diagrammata la legge di moto del nodo rispetto alla guida su cui scorre che può essere una direzione fissa oppure un'asta mobile. Nel caso in cui al carrello sia associato un movente lineare viene diagrammata la relativa legge di moto. I comandi ammessi sono analoghi a quelli visti per le aste e i nodi.

II - 10.4 Simulazione

Il comando [**S**] del **Gestore** permette di effettuare la simulazione del movimento del meccanismo sia in modalità **continua** che **passo-passo**. Durante la simulazione il meccanismo viene visualizzato in giallo, mentre le guide fisse e i nodi a terra sono rappresentati in rosso.

Inoltre sullo schermo compaiono gli assi del sistema di riferimento in quel momento attivo (si ricorda che per default il sistema di riferimento è quello assoluto e può essere modificato nel modulo di visualizzazione).

Nota:

*Se e' attivo un sistema di **riferimento relativo** e' possibile simulare il movimento del meccanismo in questo sistema premendo il tasto [**F**] che cambia modalità di simulazione. Il sistema di riferimento cambia colore e il moto visualizzato è quello che vedrebbe un osservatore solidale col sistema di riferimento relativo. Per tornare alla modalità usuale basta premere nuovamente [**F**]*

Premendo un qualsiasi **tasto alfanumerico** e' possibile interrompere il movimento del meccanismo così da poter esaminare la configurazione in cui si trova ed eventualmente salvarla con il comando [**W**].

Premendo il tasto [**P**] si accede alla modalità di visualizzazione **passo-passo** che consente di spostare il meccanismo con i tasti freccia [←] e [→]. Per ripristinare la modalità modo **continua** basta premere un altro tasto alfanumerico.

Premendo il tasto [**H**] vengono visualizzati i comandi di questo modulo, che sono:

S - Menù Simula	
S	Ripete la simulazione
D	Modifica i default
W	Salva la configurazione attuale
G	GESTORE
H	HELP
Z	ZOOM

Comando [**S**] :

riprende la simulazione del movimento

Comando [D] (*modifica i valori di [D]efault*) :

permette di modificare la velocità di rappresentazione ed i colori utilizzati.

Per modificare la velocità di rappresentazione si deve definire l'intervallo di tempo tra due posizioni successive.

I colori modificabili sono quello di *sfondo*, quello usato per il *disegno* del meccanismo e quello per la sua successiva *cancellazione*.

Le richieste che vengono effettuate sono:

INTERVALLO TRA IL DISEGNO DI DUE POSIZ. SUCC >

Questo intervallo, per default, viene posto uguale al passo di analisi. Se viene immesso un valore negativo si ripristina il valore di default.

COLORE DI FONDO [0..15] >

COLORE CON CUI DISEGNARE [0..15] >

COLORE CON CUI RIDISEGNARE [0..15] >

I codici dei colori utilizzati da **MeCad** sono riportati nella tabella seguente:

0	nero	8	rosso scuro
1	rosso	9	verde scuro
2	verde	10	blu scuro
3	giallo	11	marrone
4	blu	12	ciano chiaro
5	magenta	13	magenta chiaro
6	ciano	14	viola
7	bianco	15	bianco

Terminate le richieste viene effettuata la simulazione del movimento utilizzando i nuovi parametri.

Comando [W]:

Questo comando sostituisce la configurazione iniziale del meccanismo con la configurazione rappresentata sullo schermo.

II - 10.5 Angolo di trasmissione

Il comando [U] del **Gestore** permette di verificare l'andamento dell'angolo di trasmissione tra i membri del meccanismo. Tramite questo comando è possibile conoscere:

- 1) il valore del minimo angolo di trasmissione che si verifica durante il movimento del meccanismo,
- 2) il minimo angolo di trasmissione di un'asta,
- 3) l'andamento dell'angolo di trasmissione di un'asta.

L'angolo di trasmissione viene calcolato come l'angolo *complementare a 90°* dell'angolo formato tra la direzione della velocità di un nodo e la direzione dell'asta (*direzione della forza*) di cui si desidera conoscere l'angolo di trasmissione.

Quando questo modulo viene attivato compare il prompt:

U >

I comandi disponibili sono i seguenti:

U - Menù Angolo di Trasmissione	
M	angolo di trasmissione minimo assoluto
2	angolo di trasmissione minimo di un'asta
D	diagramma dell'angolo di trasmissione di un'asta
S	stampa la tabella degli angoli di trasmissione minimi
G	GESTORE
H	HELP
Z	ZOOM

Comando [M] (*angolo di trasmissione [M]inimo assoluto*) :

questo comando consente di conoscere il minimo angolo di trasmissione che si verifica durante il movimento del meccanismo. Inoltre viene disegnato lo schema cinematico nella configurazione in cui si verifica, e visualizzata l'asta e la direzione della velocità che lo determinano.

Comando [2] (*angolo di trasmissione minimo di un'asta*) :

permette di conoscere l'angolo di trasmissione minimo di un'asta in uno dei suoi estremi. I risultati vengono visualizzati in modo analogo al comando precedente

Comando [D] (*[D]iagramma dell'angolo di trasmissione di un'asta*) :

consente di verificare l'andamento dell'angolo di trasmissione di un'asta in uno dei suoi estremi. **MeCad** chiede di indicare il nodo e l'asta e quindi visualizza l'andamento dell'angolo di trasmissione.

Terminato il disegno del diagramma sono disponibili le seguenti opzioni:

D - Menù Diagramma angolo di trasmissione	
U	NUOVO ANGOLO
P	PLOTTA IL GRAFICO
L	STAMPA L'ANDAMENTO DELL'ANGOLO DI TRASMISSIONE
?	RICHIESTA VALORE RELATIVO AD UNA POSIZIONE
S	CAMBIA LE SCALE DEI GRAFICI
G	GESTORE
H	HELP

Il comando [U] permette di tornare al menù precedente.

I comandi [P], [L] consentono rispettivamente di plottare e di inviare alla stampante il grafico visualizzato.

Con l'opzione [?] e' possibile richiedere il valore dell'angolo di trasmissione in un punto del diagramma. Per terminare la sezione di richiesta informazioni bisogna

premere il tasto [ESC]. Premendo il tasto [T], **MeCad** consente di introdurre da tastiera il tempo al quale si vogliono conoscere i valori della legge di moto.

Il comando [S] consente di variare la scala di rappresentazione dei grafici.

II - 10.6 Visualizzazione della legge di moto tra due aste

Quando si desidera avere il moto relativo tra due aste e non si voglia modificare il sistema di riferimento (vedi II - 10.3) è possibile, con il comando [R] del **Gestore**, visualizzare la legge di moto tra due aste del meccanismo. Assegnato il comando viene richiesto di indicare, con il cursore, le aste delle quali interessa conoscere il moto relativo. Il programma la disegna a video e compare il prompt:

VR >

I comandi disponibili sono uguali a quelli visti al paragrafo II - 10.3.

II - 11 PROFILATURA DELLE CAMME

Il programma **MeCad** può fornire il profilo con cui realizzare una camma in modo che il cedente si muova con una legge di moto assegnata. Come legge di moto del cedente può essere utilizzata quella di moto di un'*asta*, di un *pattino* o di un *carrello* del meccanismo che si sta studiando.

Prima di accedere al modulo di profilatura si deve selezionare la legge di moto da utilizzare. La legge di moto può essere indifferentemente quella di un membro movente o di un cedente del meccanismo.

Il tipo di cedente della camma può essere a bilanciere o a punteria, con rotella o a piattello.

In funzione del tipo di membro a cui appartiene la legge di moto selezionata, viene automaticamente definito il tipo di camma da profilare. In particolare per le aste viene profilata una *camma a bilanciere*, mentre per i pattini o carrelli una *camma a punteria*.

Al modulo di profilatura si può accedere usando i comandi:

1) comando **[P]** dal modulo di definizione delle leggi di moto (opzione **[L]** del **Gestore**) descritto in II - 7.5.

2) comando **[C]** dal modulo di visualizzazione delle leggi di moto di aste e carrelli (opzione **[V]** del **Gestore**) descritto ai paragrafi II - 10.3.3 e II - 10.3.4.

All'ingresso nel modulo di profilatura il programma presenta il seguente menù:

DATI CEDENTE	
[M]	VEDI CEDENTE, MODIFICA, INPUT DA TASTIERA
[L]	LEGGE DA FILE
[S]	SALVA SU FILE
[D]	ELENCO IN ORDINE DI DATA
[N]	ELENCO IN ORDINE DI DATA
[P]	PROFILA
[V]	RITORNA SELEZIONE LEGGI DI MOTO

Comando **[M]** : (*[M]odifica, definisce il cedente*)

Questa opzione consente di definire le caratteristiche geometriche del meccanismo a camma.

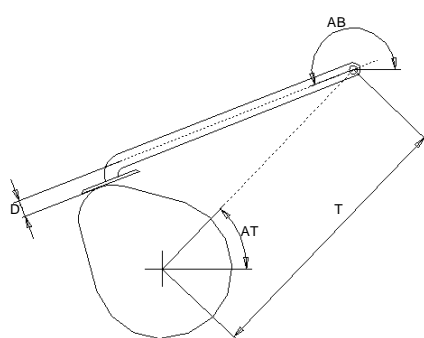
Per prima cosa il programma chiede di associare al meccanismo un commento per poterlo individuare facilmente una volta salvato in archivio. Quindi chiede di definire se il contatto tra camma e cedente avviene tramite una rotella o un piattello, ad esempio per cedente a bilanciere si ha la seguente richiesta:

CEDENTE A BILANCIERE: [R] con ROTELLA [P] con PIATTELLO
[R/P] ? >

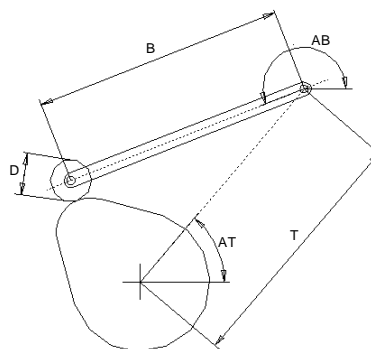
Se si utilizza un cedente a rotella la camma può essere realizzata con cedente interno o esterno. Definendo una rotella con **raggio** minore di **0.0** verrà realizzata una camma con **cedente interno**.

I parametri dimensionali da inserire vengono richiesti dal programma e dipendono dal tipo di meccanismo a camma che si sta progettando.

Per aiutare l'utente nella definizione di queste grandezze, **MeCad** visualizza lo schema del meccanismo a camma da realizzare dove sono evidenziate le dimensioni da inserire (Figure 33 e 34). Quando il programma chiede di inserire una dimensione, questa viene visualizzata in colore giallo e, dopo averla definita, viene riportato il valore introdotto.



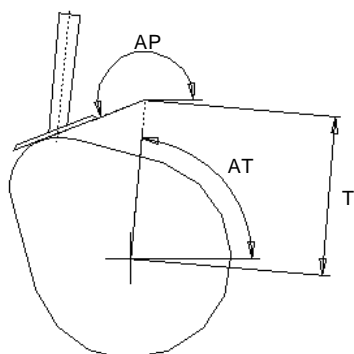
*D: disassamento del piattello
T: lunghezza telaio
AT: angolo del telaio
AB: angolo iniziale del bilanciere*



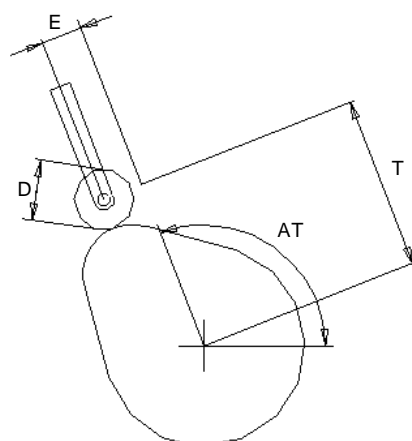
*D: diametro della rotella
T: lunghezza telaio
AT: angolo del telaio
AB: angolo iniziale del bilanciere
B: lunghezza del bilanciere*

Figura 33 interfaccia grafica per le camme a bilanciere

Se la camma in fase di realizzazione è a punteria il programma visualizza uno degli schemi riportati in figura 34 in base alla scelta fatta sul tipo di contatto tra cedente e camma (rotella o piattello).



*T: lunghezza iniziale telaio
AT: angolo del telaio
AP: angolo del piattello*



*D: diametro della rotella
T: lunghezza telaio
AT: angolo del telaio
E: eccentricità*

Figura 34 interfaccia grafica per le camme a punteria

Definiti tutti i parametri viene chiesto il verso di rotazione della camma tramite la seguente domanda:

VERSO DI ROTAZIONE CAMMA: [O] ORARIO [A] ANTIORARIO [O/A] ?
 \geq

A questo punto viene chiesta conferma dei dati introdotti:

TUTTO OK [Y/N] ? >

Rispondendo [N] vengono ripresentate le richieste per poter modificare le dimensioni introdotte.

Comando [L] : (*[L]egge da file*)

Con questo comando e' possibile accedere all'archivio dei cedenti e prelevarne uno precedentemente definito.

Comando [S] : (*[S]alva su file*)

Il comando consente di salvare le caratteristiche geometriche del meccanismo a camma nell'archivio.

Comando [D] : (*elenco per [D]ata*)

Consente avere a video l'elenco, in ordine di data, dei meccanismi a camma presenti in archivio.

Comando [N]: (*elenco per [N]ome*)

Analogamente al comando precedente visualizza l'elenco dei meccanismi a camma presenti in archivio ordinati per nome.

Comando [V] :

ritorna alla selezione delle leggi di moto

Comando [P] : (*[P]rofila*)

Una volta definito il cedente e' possibile accedere alla profilatura vera e propria della camma.

La prima operazione che si richiede di effettuare è di definire la corrispondenza tra la scala dei tempi, in cui è definita la legge di moto, e la rotazione della camma.

Per far ciò viene presentata la seguente richiesta:

LA LEGGE DI MOTO VIENE ESEGUITA IN NN.XXX(sec)
ANGOLO ROTAZIONE CAMMA CORRISPONDENTE [gradi] (360.0)
 \geq

rispondendo alla quale si definisce di quanto deve ruotare la camma per realizzare la legge di moto voluta. E quindi compare la richiesta:

TUTTO OK [Y/N] ? >

Rispondendo [Y] il video viene suddiviso nelle 4 zone indicate nella figura seguente:

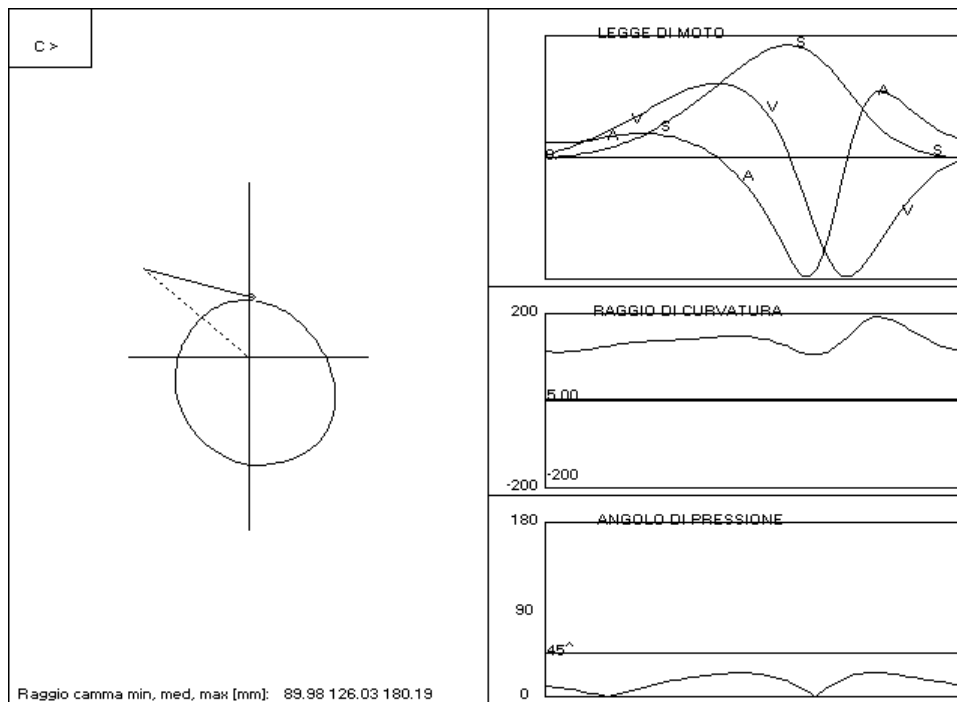


Figura 35 layout del modulo di profilatura delle camme

Nella *zona 1* viene disegnato il *profilo della camma* ed una rappresentazione schematica del meccanismo a camma, nella *2* la *legge di moto* utilizzata per effettuare la profilatura della camma, nella *zona 3* viene disegnato l'andamento del *raggio di curvatura* della camma ed infine nella *4* viene visualizzato l'andamento dell'*angolo di pressione* tra camma e cedente.

Abbiamo visto che scegliendo il comando **Profila** (tasto [P]) il programma visualizza lo schema del meccanismo e i grafici con legge di moto, angolo di pressione e raggio di curvatura della camma. Completata la rappresentazione grafica compare il prompt:

C >

e i comandi ammessi (visibili premendo [H]) sono i seguenti:

C - Menù Camma	
F	TRACCIA IL PERCORSO FRESA
M	MODIFICA CEDENTE
?	RICHIESTA POSIZIONE
P	PLOTTA IL GRAFICO
R	RIDISEGNA TUTTO
S	STAMPA
W	SALVA (FILE CMM)
Z	ZOOM GRAFICO
V	RITORNA ALLA SELEZIONE LEGGE
G	GESTORE
H	HELP

Comando [**F**] : (*traccia il percorso [F]resa*)

permette di visualizzare il percorso della fresa utilizzata per la lavorazione della camma. Dopo aver assegnato il diametro della fresa viene disegnato, nell'area 1 del video, il percorso del centro fresa.

Nota:

Per camme interne con cedente a rotella si deve definire un raggio fresa minore di 0.0

Comando [**M**] : (*[M]odifica cedente*)

consente di modificare le dimensioni caratteristiche del meccanismo a camma. Dopo aver confermato l'intenzione di procedere alla modifica, viene ripresentato il menù visto precedentemente.

Comando [**?**] : (*interroga i grafici*)

fornisce il raggio di curvatura, l'angolo di pressione, e la posizione di un qualsiasi punto del profilo della camma.

La posizione che interessa può essere indicata, utilizzando il mouse, in una qualsiasi delle 4 zone in cui è suddiviso il video. Per terminare la sezione di richiesta informazioni bisogna premere il tasto [**ESC**].

Comando [**P**] (*[P]lotta*):

plotta il grafico presente sul video

Comando [**R**] : (*[R]idisegna*)

ridisegna il grafico. E' di norma utilizzato dopo avere usato il comando [**Z**].

Comando [**S**] (*[S]tampa*):

stampa un tabulato contenente le informazioni introdotte per la definizione del meccanismo a camma e, per ogni punto del profilo, stampa:

- *posizione angolare camma*
- *posizione profilo*
- *posizione centro fresa*
- *raggio di curvatura*
- *angolo di pressione*

- *spostamento, velocità e accelerazione del cedente.*

Comando [**W**] (*[W]rite*) :

Salva in un file di estensione <.cmm> le coordinate del percorso fresa

Comando [**Z**] (*[Z]oom dei grafici*) :

permette di effettuare uno zoom dei grafici visualizzati. Si devono indicare, con il cursore, due posizioni, entrambe contenute in una delle aree in cui è suddiviso il video, che definiscono l'area da ingrandire. L'area interessata dallo zoom viene presentata a tutto schermo. Per tornare alla precedente configurazione dello schermo si deve utilizzare il comando ridisegna [**R**].

Comando [**V**] :

ritorna il controllo al modulo di selezione della legge di moto da utilizzare per profilare la camma.

Nota:

*Se la camma realizzata non soddisfa i requisiti richiesti (ad esempio angolo di pressione troppo elevato) e' possibile modificare la geometria del meccanismo a camma scegliendo l'opzione [**M**].*

II - 12 LIMITI SULLA COMPLESSITÀ DEI MECCANISMI

Il dimensionamento della struttura dati su cui si basa **MeCad** impone che i meccanismi che vengono analizzati non abbiano caratteristiche tali da superare i seguenti limiti:

NUMERO NODI	300
NUMERO VETTORI	200
NUMERO LOOPS	100
NUMERO MOVENTI	40