

Claudio Marsan

Introduzione all'uso della TI-92

LICEO CANTONALE DI MENDRISIO
ANNO SCOLASTICO 1998-1999

Dispense per il laboratorio di matematica della classe 2C del Liceo cantonale di Mendrisio,
anno scolastico 1998–1999.

Questo testo è stato scritto dall'autore con L^AT_EX₂ ϵ (ultima modifica: 23 marzo 2003).

Indice

1	Primi passi	1
1.1	Lo schermo iniziale della TI-92	1
1.2	Impostazione della modalità di calcolo	2
1.3	Impostazione della modalità di rappresentazione dei numeri	3
1.4	Alcune funzioni importanti nel calcolo numerico	5
1.5	Memorizzazione di valori in variabili	8
1.6	Calcolo algebrico	9
1.7	Grafici di funzioni	14
2	Trigonometria	18
2.1	Misure di angoli	18
2.2	Funzioni trigonometriche	21
2.3	Funzioni ciclotomiche	23
2.4	Alcune formule trigonometriche	24
2.5	Equazioni trigonometriche	25
2.6	Grafici delle funzioni trigonometriche	26
2.7	La formula di Erone	27
3	Vettori	29
3.1	Rappresentazione di vettori	29
3.2	Operazioni elementari con i vettori	31
3.3	Prodotto scalare e sue applicazioni	32
4	Menu personalizzati	34
5	Alcune funzioni e programmi	36

1 Primi passi

1.1 Lo schermo iniziale della TI-92

La TI-92 può essere usata come una qualsiasi calcolatrice tascabile per eseguire dei calcoli numerici.

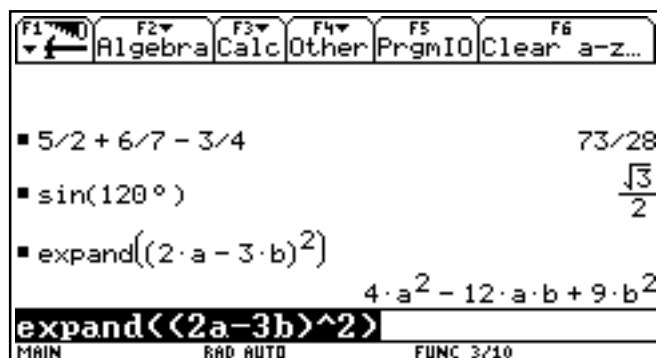


Figura 1: Lo schermo HOME.

All'accensione la macchina presenta lo schermo HOME (vedi figura 1), suddiviso nelle seguenti quattro parti (dal basso verso l'alto):

- la *riga di stato* che indica, tra le altre cose, il sistema di misurazione per gli angoli e il tipo di precisione numerica attivati;
- la *riga di introduzione*, dalla quale si impartiscono i comandi;
- l'*area della cronologia*, nella quale sono visualizzate le coppie di input/output (si possono recuperare le ultime 30 coppie; mediante `F1` `9` `→` si può modificare tale valore fino ad un massimo di 99 coppie);
- la *barra degli strumenti* (premendo i tasti di funzione indicati si apriranno dei menu a tendina che permetteranno di fare svariate operazioni).

Nello schermo HOME sono eseguiti i *calcoli interattivi*. La TI-92 possiede molte altre applicazioni che fanno uso di altre configurazioni dello schermo:

- schermo grafico;
- editore di matrici;
- editore di programmi;

F1	F2	F3	F4	F5	F6
←	Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear a-z...
■	3.5	·	3		10.5
■	$\frac{1}{\sqrt{2}}$				$\frac{\sqrt{2}}{2}$
■	.5				.5
■	2	·	π		$2 \cdot \pi$
■	$\sqrt{9/12}$				$\frac{\sqrt{3}}{2}$
J(9/12)					
MAIN		DEG AUTO		FUNC 5/10	

Figura 3: Modalità AUTO.

F1	F2	F3	F4	F5	F6
←	Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear a-z...
■	3.5	·	3		21/2
■	$\frac{1}{\sqrt{2}}$				$\frac{\sqrt{2}}{2}$
■	.5				1/2
■	2	·	π		$2 \cdot \pi$
■	$\sqrt{9/12}$				$\frac{\sqrt{3}}{2}$
J(9/12)					
MAIN		DEG EXACT		FUNC 5/10	

Figura 4: Modalità EXACT.

È importante sapere che, per i calcoli e la memorizzazione, la TI-92 tratta i numeri reali in forma scientifica con una mantissa di 14 cifre e un esponente di 3 cifre. Per garantire una buona precisione i risultati vengono però mostrati con non più di 12 cifre. I numeri interi vengono trattati con al massimo 614 cifre.

Occorre distinguere la *rappresentazione interna* dei numeri da quella che viene data sullo schermo.

1.3 Impostazione della modalità di rappresentazione dei numeri

Si può scegliere fra la *rappresentazione in virgola fissa*, nella quale viene specificato il numero di cifre dopo la virgola (da 0 fino a un massimo di 12; opzioni FIX0, FIX1, ..., FIX12) e la *rappresentazione in virgola mobile*. In quest'ultima si può specificare il numero di cifre complessivo da usare (da 1 a 12; opzioni FLOAT1, FLOAT2, ..., FLOAT12); senza specificazione (opzione FLOAT) il numero di cifre viene determinato dalla macchina in modo da avere la massima precisione. L'impostazione standard è FLOAT6. La scelta avviene

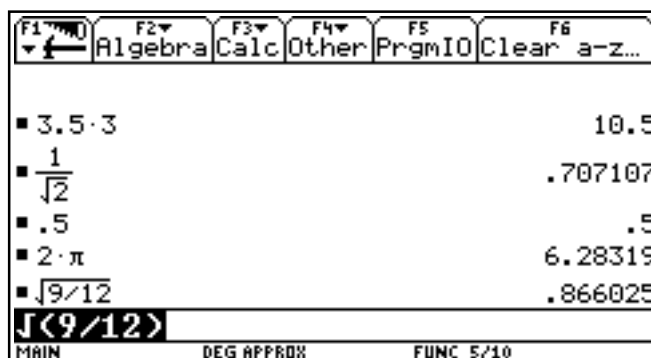


Figura 5: Modalità APPROX.

premendo il tasto **MODE**, spostando il cursore fino ad evidenziare la voce **Display Digits** e premendo poi **→** (vedi figura 6).

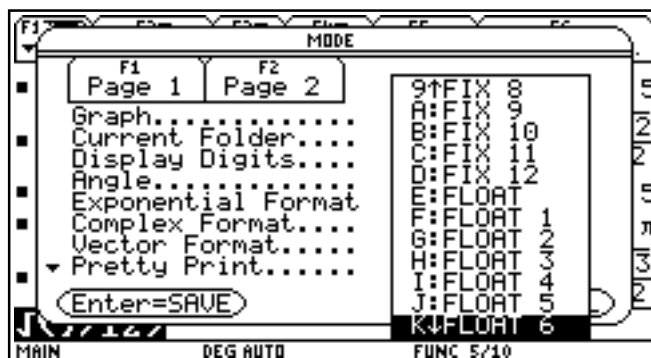


Figura 6: Numero delle cifre nella rappresentazione in virgola mobile.

Quando il valore assoluto del risultato non può essere rappresentato con il numero di cifre prescelto (per esempio 0.003 con l'impostazione FIX2) allora viene automaticamente usata la notazione scientifica. Comunque il formato esponenziale della rappresentazione può essere scelto ancora tramite **MODE**, alla voce **Exponential Format** (vedi figura 7):

- premendo **1** si attiva la modalità **NORMAL**, corrispondente alla rappresentazione decimale abituale; solo per numeri troppo piccoli o troppo grandi in valore assoluto si ha la notazione scientifica;
- premendo **2** si attiva la modalità **SCIENTIFIC**, corrispondente alla comune notazione scientifica;
- premendo **3** si attiva la modalità **ENGINEERING** che è simile alla notazione scientifica

con le uniche differenze che l'esponente è un multiplo di 3 e la parte intera della mantissa è compresa fra 1 e 999.

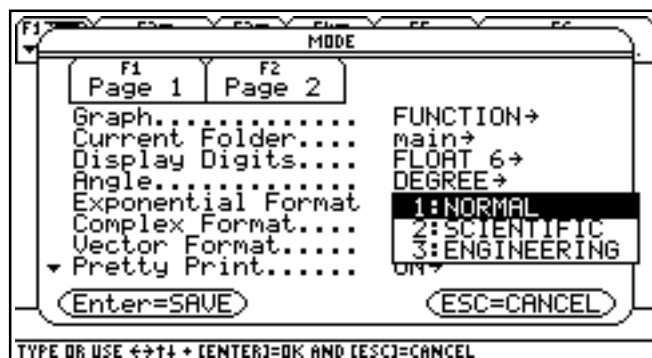


Figura 7: Scelta del formato esponenziale.

1.4 Alcune funzioni importanti nel calcolo numerico

Le funzioni offerte dalle calcolatrici tascabili correnti, sono accessibili sulla TI-92 (anche) tramite la tastiera, eventualmente azionando il tasto $\boxed{2nd}$ di seconda funzione: così si trovano le funzioni trigonometriche e le loro inverse, il logaritmo (naturale) e l'esponenziale, la radice quadrata, l'elevazione a potenza e la reciproca. Un numero maggiore di funzioni è accessibile tramite i tasti-funzione $\boxed{F2}$, $\boxed{F3}$, $\boxed{F4}$ che attivano dei menu a partire dalla barra degli strumenti dello schermo HOME: per esempio il tasto $\boxed{F2}$ attiva un menu di funzioni utili nella manipolazione algebrica di espressioni (vedi figura 8).



Figura 8: Il menu $\boxed{F2}$.

I nomi di funzione possono però anche essere scritti lettera dopo lettera nella riga di introduzione, senza passare attraverso un qualche menu. I menu MATH e CATALOG, attivabili

rispettivamente con $\boxed{2nd} \boxed{5}$ e $\boxed{2nd} \boxed{2}$, offrono tutte le funzioni della TI-92. Nel menu MATH esse sono raggruppate a seconda dei settori a cui appartengono mentre nel menu CATALOG sono elencate in ordine alfabetico (nota: per raggiungere la prima funzione con una data iniziale basta digitare l'iniziale).

Le espressioni vengono introdotte in *notazione algebrica*, così come si scriverebbero su un foglio; per la valutazione bisogna poi premere il tasto \boxed{ENTER} .

Si può modificare la priorità algebrica delle operazioni utilizzando le parentesi tonde (e solo quelle; le quadre e le graffe hanno un significato diverso che spiegheremo più avanti).

Attenzione alla differenza fra i tasti $\boxed{-}$ e $\boxed{(-)}$! $\boxed{-}$ rappresenta l'operazione di sottrazione, mentre $\boxed{(-)}$ rappresenta l'operatore di cambiamento di segno.

Per correggere eventuali errori nell'immissione delle espressioni ricordarsi che:

- il tasto BACKSPACE, alla sinistra di $\boxed{=}$, cancella il carattere immediatamente a sinistra del cursore;
- la combinazione di tasti \blacklozenge BACKSPACE cancella tutti i caratteri a destra del cursore;
- il tasto \boxed{CLEAR} cancella tutti i caratteri a destra del cursore se ce ne sono, oppure, in caso contrario, tutti i caratteri della riga.

Presentiamo brevemente alcune funzioni che possono rivelarsi utili nel calcolo numerico (attivazione tramite $\boxed{2nd} \boxed{5} \boxed{1}$ e poi scelta della funzione; vedi figura 9):



Figura 9: Il menu MATH.

- $\text{approx}(t)$: valuta t in modalità approssimata; ha lo stesso effetto di $\blacklozenge \boxed{ENTER}$;
- $\text{exact}(t)$: valuta t in modalità esatta;
- $\text{abs}(t)$: dà il valore assoluto di t ;

- $\text{round}(t, n)$: arrotonda t a n cifre dopo la virgola; se n viene tralasciato, la TI-92 assume $n=12$; il risultato è tuttavia visualizzato con il numero di cifre determinato dall'impostazione di Display Digits in `MODE`;
- $\text{iPart}(t)$: dà la parte intera di t (per esempio: $\text{iPart}(-2.5)=-2$);
- $\text{fPart}(t)$: dà la parte frazionaria di t (per esempio: $\text{fPart}(-2.5)=-0.5$);
- $\text{ceiling}(t)$: dà il minimo intero maggiore o uguale a t ;
- $\text{floor}(t)$: dà il massimo intero minore o uguale a t ;
- $\text{sign}(t)$: dà il segno di t (nota: $\text{sign}(0)$ è indeterminato);
- $\text{intDiv}(s, t)$: dà il quoziente (intero) della divisione dell'intero s per l'intero t ; se s e/o t non sono interi dà la parte intera di s/t ;
- $\text{remain}(s, t)$: dà il resto della divisione di s per t secondo l'uguaglianza

$$\text{remain}(s, t) = s - t \cdot \text{intDiv}(s, t)$$

(nota: il risultato è s se $t=0$);

- $\text{factor}(t)$: scompone l'intero t in fattori primi; se t è una frazione, essa viene ridotta ai minimi termini e numeratore e denominatore vengono scomposti in fattori primi;
- $\text{lcm}(s, t)$: è il minimo comune multiplo di s e t ;
- $\text{gcd}(s, t)$: è il massimo comune divisore di s e t ;
- $\text{min}(s, t)$: è il minimo fra s e t ;
- $\text{max}(s, t)$: è il massimo fra s e t ;
- $t!$ è il fattoriale dell'intero non negativo t ;
- $\text{nPr}(s, t)$: per gli interi non negativi s e t , con $s \geq t$, è il numero di disposizioni di t oggetti fra s ;
- $\text{nCr}(s, t)$: per gli interi non negativi s e t , con $s \geq t$, è il numero di combinazioni di t oggetti fra s (o coefficiente binomiale).

Nella figura 10 si possono leggere alcuni esempi.

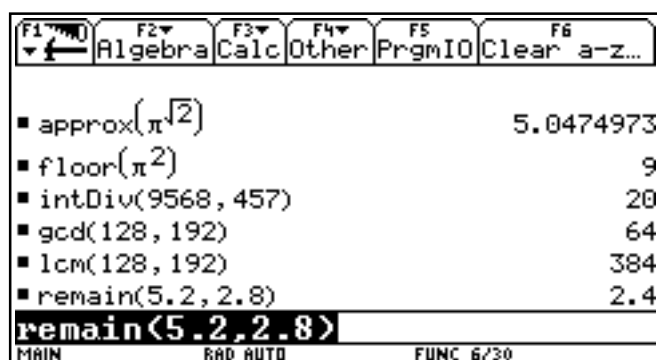


Figura 10: Alcuni esempi.

1.5 Memorizzazione di valori in variabili

È possibile memorizzare valori o espressioni in *variabili*. Un nome di variabile è formato da 1 a 8 lettere o cifre; il primo carattere del nome della variabile deve essere una lettera. Non vi è distinzione fra minuscole e maiuscole. Alcuni nomi non possono essere usati poiché la TI-92 li utilizza già come variabili di sistema (per esempio i nomi di funzioni predefinite). L'assegnazione avviene tramite il tasto **STO▶** secondo lo schema

valore **STO▶** variabile.

Per *disassegnare* il valore a una variabile si utilizza il comando DelVar (vedi figura 11). Tale comando è attivabile anche tramite **F4** **4**.

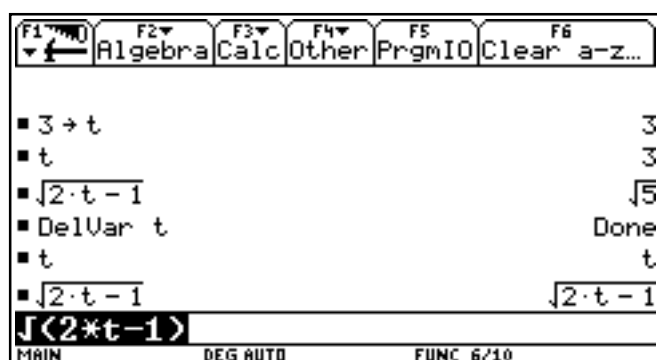


Figura 11: Reset del valore di una variabile.

1.6 Calcolo algebrico

La TI-92 è in grado di eseguire manipolazioni simboliche come, per esempio, calcoli algebrici e risoluzione di equazioni (vedi la figura 12 per qualche esempio).

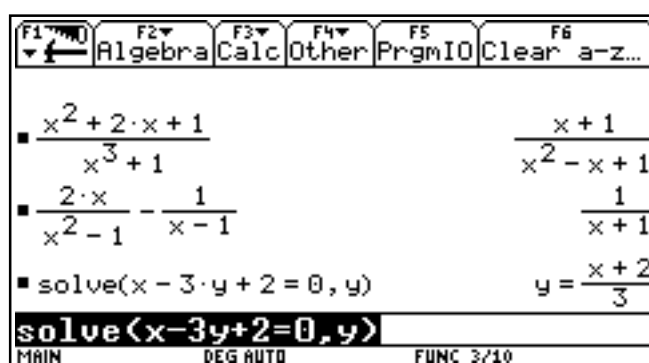


Figura 12: Qualche calcolo algebrico.

Nell'uso delle variabili in espressioni algebriche la TI-92 può procedere in due modi:

- se la variabile è indeterminata, ossia se non ha un valore assegnato, essa viene trattata come un simbolo algebrico;
- se la variabile possiede un valore allora questo viene sostituito nell'espressione al posto della variabile.

Queste possibilità devono essere tenute presenti per evitare errori. È utile ricordare che, nello schermo HOME, con il tasto F6 si possono cancellare i valori di tutte le variabili il cui nome è formato da un'unica lettera. È consigliabile riservare questi nomi a variabili indeterminate e memorizzare valori in variabili il cui nome comprende più caratteri.

È disponibile l'operatore | (premere i tasti $\boxed{2nd} \boxed{K}$) che permette di porre delle condizioni. Grazie ad esso è possibile, ad esempio, ignorare momentaneamente il valore attribuito ad una variabile, come si vede nella figura 13.

Indipendentemente dal fatto che una variabile sia o meno determinata, l'operatore | può servire come *operatore di sostituzione* (vedi figura 14).

Passiamo ora all'esame delle funzioni del menu Algebra (vedi la figura 8).

- $\text{solve}(\text{expr}, \text{var})$: risolve l'equazione o la disequazione expr rispetto alla variabile var specificata. Se è attivata l'opzione AUTO e la TI-92 non è in grado di ottenere una soluzione esatta, verrà ricercata una soluzione con metodi di approssimazione numerica. Non bisogna aspettarsi molto nella risoluzione delle disequazioni.

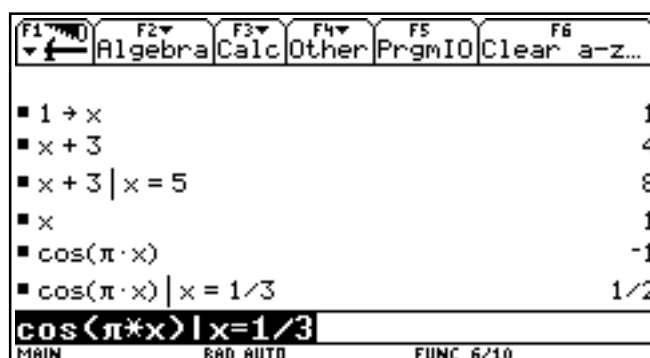


Figura 13: Esempio d'uso dell'operatore |.

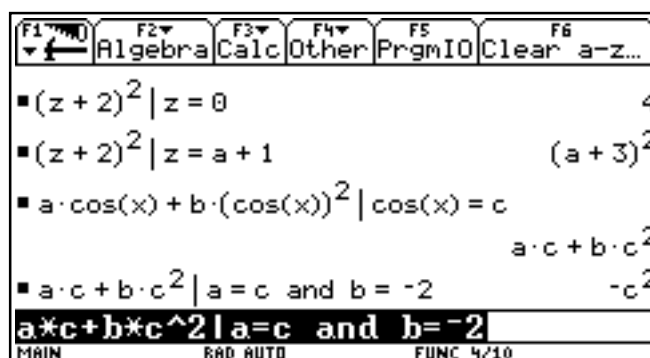


Figura 14: L'operatore | come operatore di sostituzione.

- `factor(expr, var)`: fattorizza `expr` rispetto alla variabile `var` indicata; se non si indica alcuna variabile la fattorizzazione avviene tenendo conto di tutte le variabili presenti nell'espressione.
- `expand(expr, var)`: sviluppa `expr` rispetto alla variabile `var` indicata; in mancanza di indicazione lo sviluppo avviene tenendo conto di tutte le variabili presenti nell'espressione.
- `zeros(expr, var)`: ritorna la lista dei valori di `var` che annullano l'espressione `expr`.
- `comDenom(expr)`: calcola il denominatore comune dei termini in `expr` e rappresenta l'espressione come frazione ridotta ai minimi termini.
- `propFrac(expr/raz)`: rappresenta l'espressione razionale `expr/raz` come somma di un polinomio e di una frazione propria; se l'argomento è un numero razionale esso viene rappresentato come somma di un intero e di una frazione propria.

- **nSolve**(eq, var): cerca con metodi numerici di approssimazione una soluzione dell'equazione eq rispetto alla variabile var specificata. Si può imporre un intervallo di ricerca con l'operatore |. nSolve è, spesso, molto più veloce di solve.
- **Trig**: apre un sottomenu che offre due funzioni per la manipolazione di espressioni trigonometriche.
- **Complex**: apre un sottomenu per la manipolazione di funzioni che trattano espressioni con numeri complessi.
- **Extract**: apre un sottomenu che mette a disposizione delle funzioni che permettono di estrarre parti di espressioni:
 - **getNum**(expr) restituisce il numeratore di expr (se necessario, prima viene eseguito il comando **comDenom**(expr));
 - **getDenom**(expr) restituisce il denominatore di expr (se necessario, prima viene eseguito il comando **comDenom**(expr));
 - **left**(expr): restituisce il primo membro dell'equazione o della disequazione expr;
 - **right**(expr): restituisce il secondo membro dell'equazione o della disequazione expr.

Qualche esempio è visibile nella figura 15.

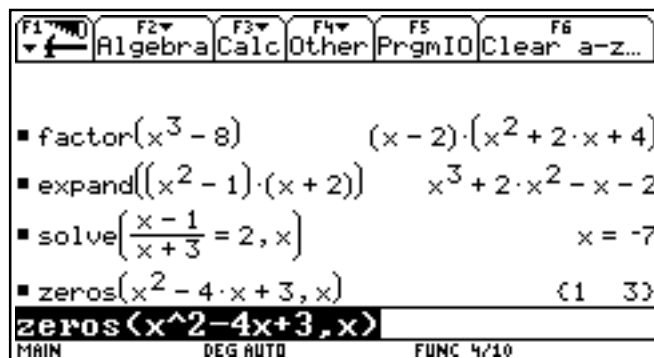


Figura 15: Uso di alcune funzioni.

Consideriamo i polinomi

$$p(x) = 2x^4 + 3x^3 - 2x - 3 \quad \text{e} \quad q(x) = 256x^8 - 1.$$

Nella figura 16 è presentata una prima possibilità per definirli come funzioni (uso del tasto **STO▶**), calcolarne i valori in determinati punti sostituendo semplicemente il valore di x , come, per esempio, $p(-7.2)$ oppure $q(\frac{2}{3})$.

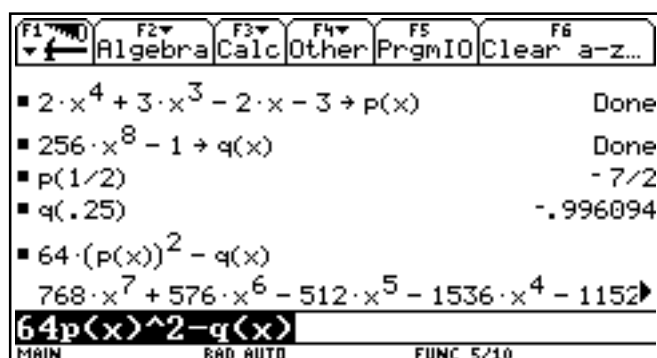


Figura 16: Manipolazioni con i polinomi.

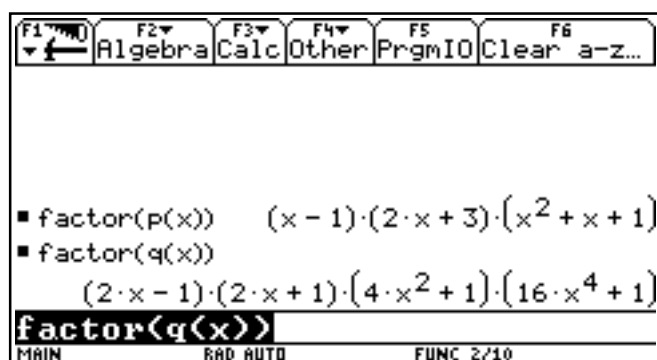


Figura 17: Fattorizzazione di polinomi.

Nella figura 17 i polinomi $p(x)$ e $q(x)$ sono fattorizzati usando la funzione `factor`.

La divisione di $q(x)$ per $p(x)$ si può eseguire utilizzando il comando `propFrac`, come mostrato nella figura 18. Dal risultato si riconosce che il polinomio quoziente è

$$128x^4 - 192x^3 + 288x^2 - 304x + 456$$

e il polinomio resto è

$$-1368x^3 + 256x^2 + 1367.$$

Nella figura 18 è pure visibile l'azione del comando `comDenom`.

Per calcolare i valori dei polinomi p e q in diversi punti, non è necessario definirli come funzioni: basta fare uso dell'operatore di sostituzione `|`, come mostrato nella figura 19.

Nella figura 19 la variabile `pol` rappresenta il polinomio $p(x)$ semplicemente come espressione algebrica, non come funzione. Non è possibile scrivere qualcosa come `pol(3)` per ottenere il valore del polinomio in $x = 3$.

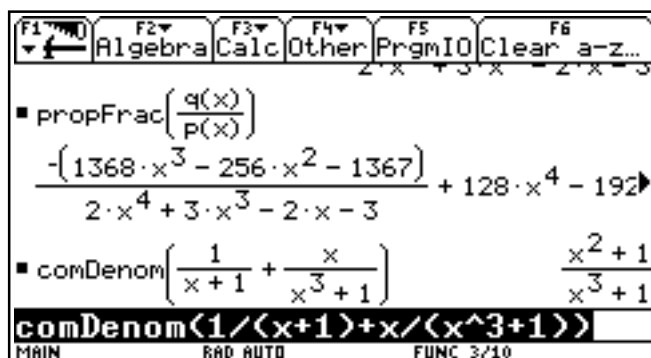


Figura 18: Uso del comando comDenom.

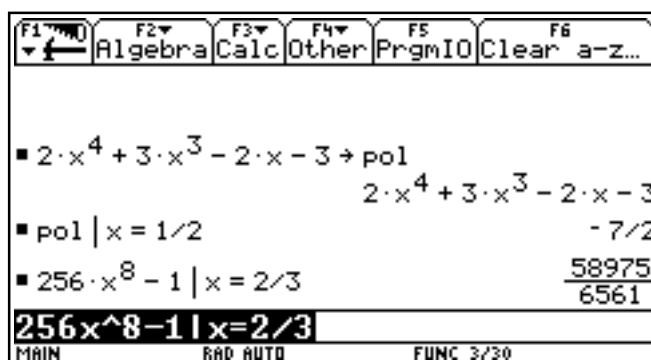


Figura 19: Valutazione di un polinomio in un punto.

Consideriamo ora l'espressione $\sqrt{xy} - \sqrt{x}\sqrt{y}$ che definiamo come funzione di due variabili $f(x, y)$. Pensando alle regole di calcolo con i radicali, potremmo aspettarci che la TI-92 la semplifichi a 0. Invece questo non avviene, o meglio avviene solo per valori non negativi di x e di y . In effetti, la calcolatrice sa che la radice quadrata può essere calcolata anche per radicandi negativi: bisogna però lasciare i numeri reali per entrare nel campo dei numeri complessi, che studieremo più tardi. Per esempio $\sqrt{-1}$ è un numero complesso indicato con il simbolo i ; esso ha quindi la proprietà che $i^2 = -1$. Ciò basta per interpretare la risposta che la TI-92 dà all'input $f(-1, -1)$. Fornendo alla macchina, tramite l'operatore `|`, l'informazione che i radicandi non sono negativi, essa risponde allora correttamente con il valore 0 (vedi figura 20).

Per esercizio provare a stabilire quando la TI-92 considera l'espressione $\sqrt{x^2}$ uguale a x .

Abbiamo visto un primo modo di definire funzioni con l'operatore di assegnazione `STO▶`. Tra le altre possibilità vi è quella data dal comando `Define` (premere i tasti `F4` `1`). Per esempio la funzione reale data tramite l'equazione $g(x) = \sqrt{1+x^2} - 1$ può essere definita e usata come nella figura 21.

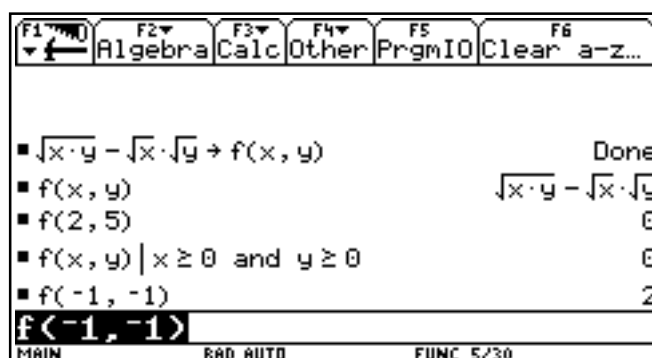


Figura 20: Uso dell'operatore | per imporre delle condizioni.

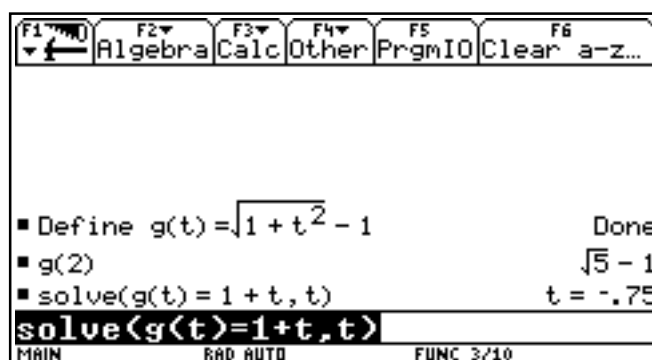


Figura 21: Uso del comando Define.

1.7 Grafici di funzioni

Qui di seguito diamo una prima introduzione all'editore grafico e all'editore di funzioni. Consideriamo, per esempio, la funzione reale definita tramite l'equazione $f(x) = \sin x$, che vogliamo rappresentare graficamente su diversi intervalli.

Una prima possibilità consiste nell'uso del comando **Graph** (digitare $\boxed{\text{F4}} \boxed{2}$). L'immissione del comando **Graph** $\sin(x)$ attiva una finestra grafica nella quale viene disegnato il grafico della funzione considerata (vedi figura 22).

Si tratta ora di adattare i parametri (il valore minimo di x , x_{\min} ; il valore massimo di x , x_{\max} ; il valore minimo di y , y_{\min} ; il valore massimo di y , y_{\max}) in modo da scegliere l'intervallo dei valori di x e, rispettivamente, di y come voluto. x_{\min} , x_{\max} , y_{\min} , y_{\max} sono dei nomi di variabili che la TI-92 riserva proprio per l'impostazione della finestra grafica; essi possono essere modificati usando l'operatore $\boxed{\text{STO}} \blacktriangleright$ (per un esempio vedi la figura 23).

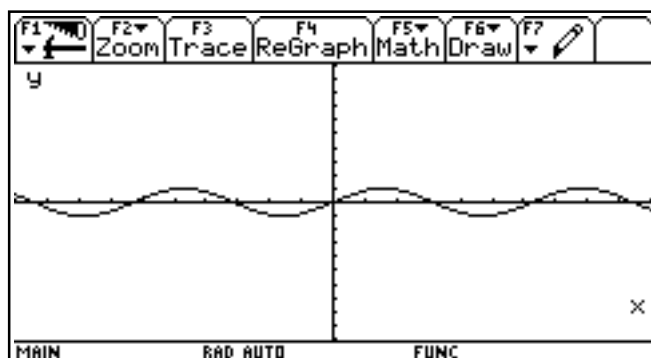
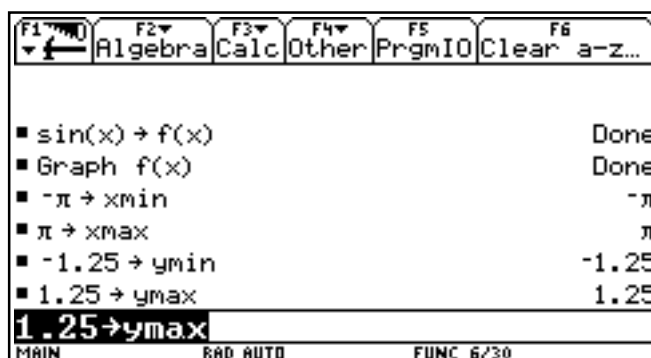
Figura 22: Grafico di $\sin(x)$.

Figura 23: Impostazione della finestra grafica.

Per l'impostazione della finestra grafica si può far capo all'applicazione WINDOWS (premere \blacklozenge \boxed{E}) modificando i valori delle variabili nel senso desiderato (vedi figura 24).

Le variabili `xsc1` e `ysc1` sono la distanza fra due tratti successivi dell'asse delle x e, rispettivamente, delle y ; la variabile `xres` può assumere valori interi fra 1 e 10 e determina la qualità della rappresentazione: con `xres=1` il valore della funzione viene calcolato ad ogni pixel; con `xres=10` solo ogni 10 pixel. Il valore di default è `xres=2`.

Si ritorna allo schermo grafico digitando \blacklozenge \boxed{R} . La figura 25 mostra il grafico con i nuovi parametri.

Sia nell'applicazione GRAPH sia nell'applicazione WINDOW premendo il tasto $\boxed{F2}$ si attiva il menu Zoom (vedi figura 26).

Scegliendo `ZoomSqr` i parametri della finestra vengono adattati in modo da avere la stessa unità sui due assi. `ZoomDec` porta allo stesso risultato facendo però in modo che la distanza fra due pixels successivi su entrambi gli assi sia 0.1. Con `ZoomStd` si assegnano ai parametri dello schermo grafico i valori di default (`xmin=-10.`, `xmax=10.`, `xsc1=1.`, `ymin=-10.`,

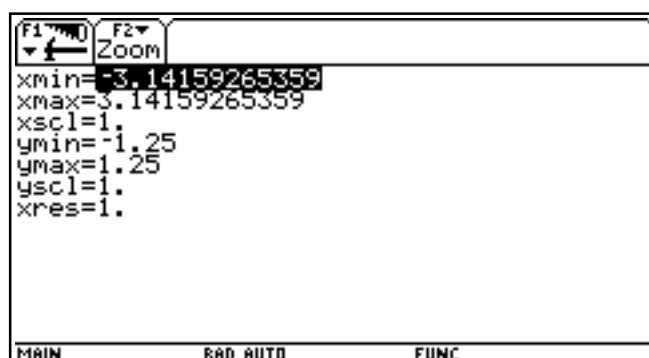
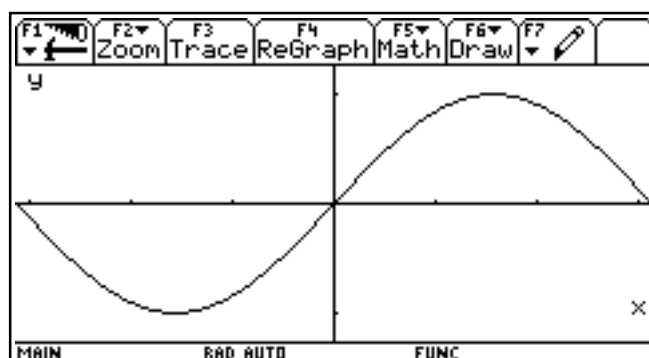


Figura 24: Altro modo per impostare la finestra grafica.

Figura 25: Grafico di $\sin(x)$ con le nuove impostazioni della finestra.

$y_{\max}=10.$, $y_{\text{scl}}=1.$, $x_{\text{res}}=2.$). ZoomIn e ZoomOut permettono un ingrandimento e, rispettivamente, un rimpicciolimento del grafico con un rapporto d'omotetia prefissato e con il centro della nuova finestra da scegliere tramite il cursore grafico. Il rapporto d'omotetia può essere modificato scegliendo la voce di menu **SetFactors...**. Il fattore di scala può essere anche diverso lungo i due assi. Con ZoomBox è invece possibile ingrandire una regione rettangolare del grafico (la TI-92 richiede due vertici opposti del rettangolo, che devono essere marcati con il cursore). La figura 27 mostra l'effetto che si ottiene scegliendo ZoomDec.

È possibile sovrapporre più grafici. Mediante le istruzioni visualizzate nella figura 28 si ottiene la figura 29,

Mediante **Trace**, attivato dal tasto **F3**, si può spostare il cursore lungo una delle curve leggendo in basso le coordinate del punto. L'ascissa può anche essere data da tastiera. Si passa da una curva all'altra con i tasti **↑** e **↓**.

Il menu **Math**, attivato dal tasto **F5**, offre la possibilità di compiere diversi calcoli (vedi

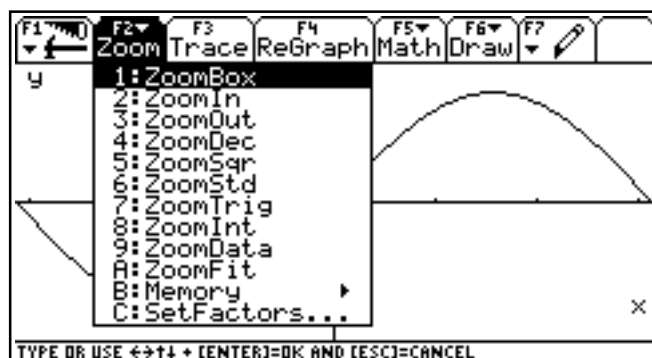


Figura 26: Il menu Zoom.

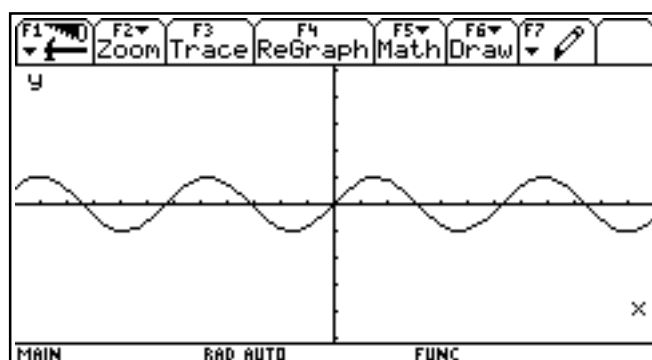


Figura 27: Uso di ZoomDec.

figura 30).

Si può, per esempio, determinare l'intersezione di due curve (risolvendo così graficamente un'equazione) precisando a richiesta le due curve e l'intervallo in cui è da ricercare l'intersezione (vedi le figure 31 e 32).

Un'altra possibilità per definire e rappresentare graficamente delle funzioni è offerta dall'editore di funzioni attivato dalla combinazione di tasti \blacklozenge \boxed{W} (vedi figura 33). Qui è possibile definire delle funzioni y_1, y_2, \dots, y_{99} ; in questo caso la variabile indipendente deve essere x ; y_1, y_2, \dots, y_{99} sono nomi di variabili riservate dalla TI-92 per delle funzioni.

Dall'editore di funzioni si può passare direttamente alla finestra grafica per ritrovare i grafici delle funzioni marcate con \surd (attivato o disattivato con F4). Da notare che anche l'editore di funzioni offre il menu Zoom (tasto $\boxed{F2}$).

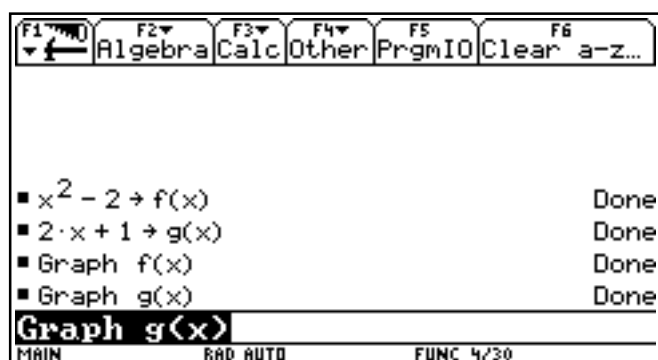


Figura 28: Definizione di due funzioni.

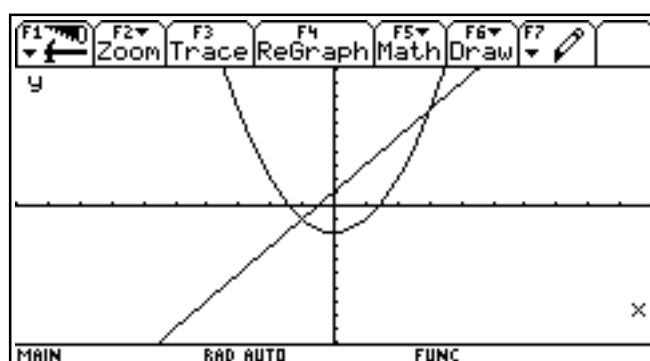


Figura 29: Grafico di due funzioni.

2 Trigonometria

2.1 Misure di angoli

La TI-92 permette di trattare le misure degli angoli nel sistema sessadecimale oppure nel sistema circolare. La riga di stato (l'ultima in basso) indica qual è il sistema attualmente in uso: DEG indica il sistema sessadecimale, RAD quello circolare.

Si può cambiare il sistema attualmente in uso procedendo come segue: dopo aver premuto il tasto **MODE** posizionare il cursore alla voce **Angle** e premere il tasto cursore verso destra. Apparirà così il menu della figura 34 che permetterà di scegliere il sistema desiderato. Premere poi **ENTER** due volte.

Riassumendo: premendo successivamente i tasti

MODE ↓ ↓ ↓ → 1 **ENTER**

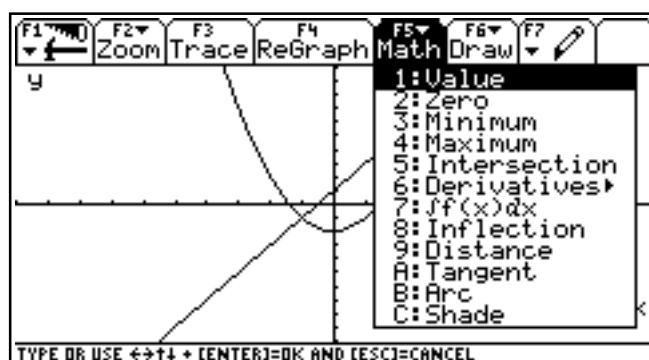


Figura 30: Il menu Math.

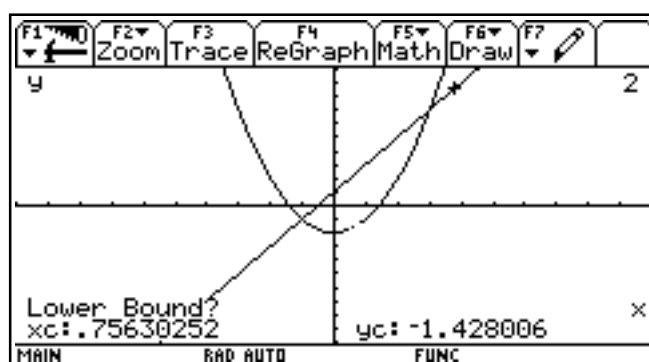


Figura 31: Intersezione di due curve, parte I.

si renderà attivo il sistema circolare, mentre premendo successivamente i tasti

`MODE` ↓ ↓ ↓ → `2` `ENTER`

si renderà attivo il sistema sessadecimale.

La TI-92 mette a disposizione i simboli per indicare radianti, gradi, primi e secondi:

- radianti: $^{\circ}$ nel menu MATH/Angle (premere: `2nd` `5` `2` `2`);
- gradi: `2nd` `D` ;
- primi: `2nd` `B` ;
- secondi: `2nd` `L` .

Nella figura 35 si possono leggere alcuni esempi.

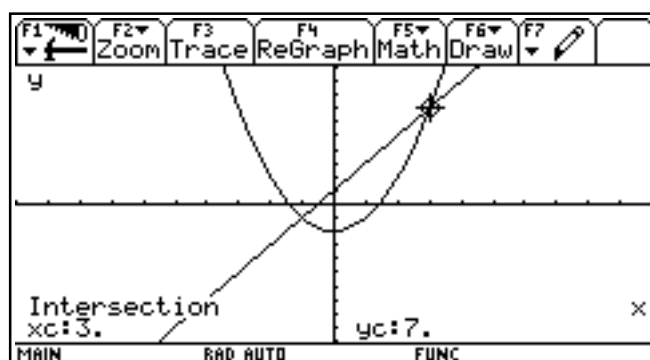


Figura 32: Intersezione di due curve, parte II.

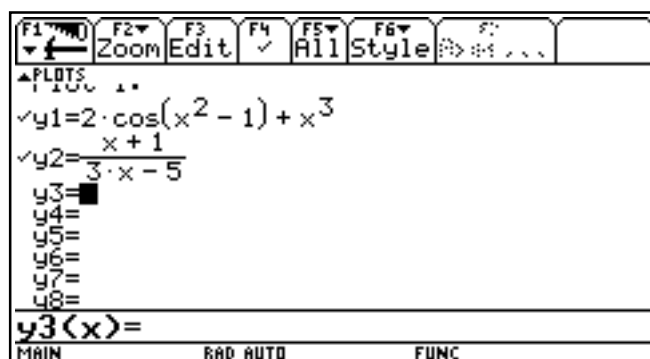


Figura 33: L'editore di funzioni.

Grazie i simboli visti sopra è possibile quindi usare misure di angoli in radianti quando il sistema di misurazione attivo è quello sessadecimale e viceversa: la TI-92 si preoccupa di tutte le conversioni necessarie. Questa capacità della TI-92 è particolarmente utile nello sviluppo di programmi che devono essere distribuiti a vari utenti, i quali potrebbero non avere attivato tutti lo stesso sistema di misurazione degli angoli. La seguente regola è da ricordare: si può tralasciare l'unità di misura dell'angolo solo se essa corrisponde con quella indicata nella riga di stato.

Nel menu MATH/Angle (premere $\boxed{2nd} \boxed{5} \boxed{2}$) si possono trovare la funzione $\boxed{\blacktriangleright DD}$ che permette la conversione dell'angolo dato in gradi sessadecimali e la funzione $\boxed{\blacktriangleright DMS}$ che permette la conversione dell'angolo dato in gradi sessagesimali (vedere la figura 36 per qualche esempio). Da notare che si tratta di due funzioni *postfix* (l'operatore segue l'argomento).

Nella figura 37 si definiscono le funzioni di conversione *deg2rad* e *rad2deg*: la prima trasforma gradi sessadecimali in radianti, la seconda radianti in gradi sessadecimali.

Dato un settore circolare di raggio r e angolo α in radianti, la lunghezza dell'arco è data

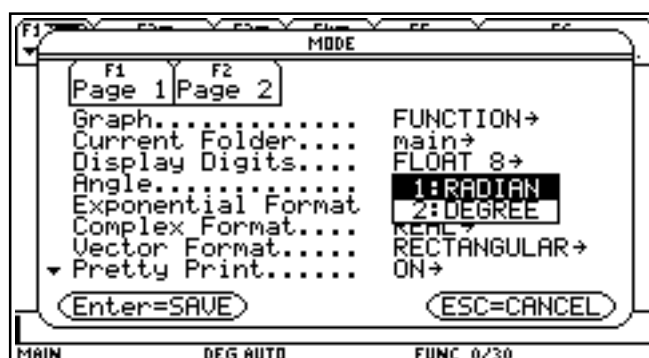


Figura 34: Scelta del sistema sessadecimale oppure del sistema circolare.

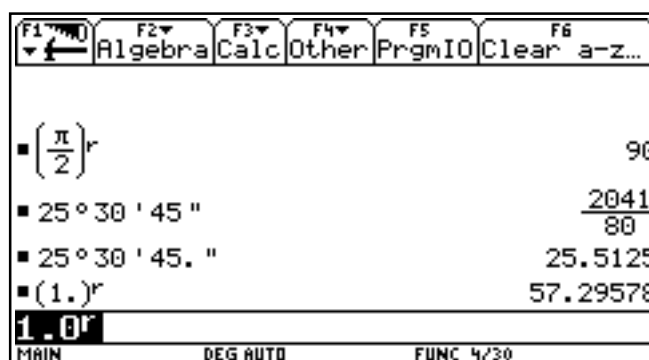


Figura 35: Alcuni esempi per la notazione degli angoli.

da $l = r\alpha$ e l'area del settore è data da $A = \frac{1}{2}r^2\alpha$.

Nella figura 38 sono implementate le funzioni `lungarc` e `areasett` che restituiscono la lunghezza dell'arco di circonferenza e, rispettivamente, l'area del settore circolare di raggio r e angolo α . L'angolo α è sottointeso in radianti; se α non è in radianti bisogna digitare anche il simbolo di grado (vedi gli esempi nella figura 38).

2.2 Funzioni trigonometriche

Nella TI-92 sono predefinite le seguenti funzioni trigonometriche:

- seno: `SIN` ;
- coseno: `COS` ;
- tangente: `TAN` .

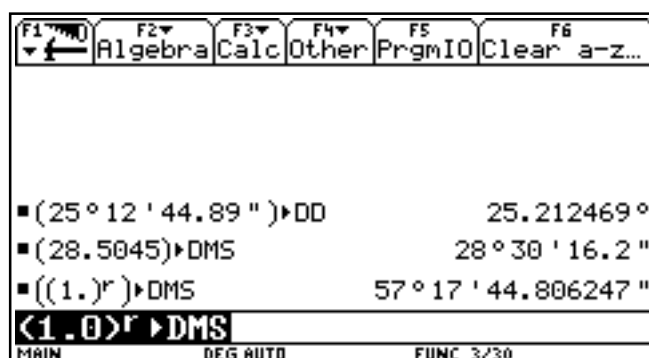


Figura 36: Conversione di angoli tra i sistemi sessadecimale e sessagesimale.

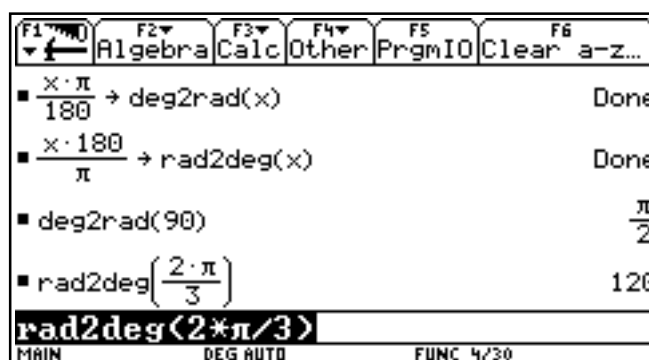


Figura 37: Definizione di funzioni di conversione.

Premendo i tasti relativi a tali funzioni apparirà anche una parentesi tonda aperta: dopo aver indicato l'argomento della funzione bisogna ricordarsi di chiudere la parentesi tonda prima di premere **ENTER**. Nella figura 37 è stato calcolato il seno di alcuni angoli particolari.

Da notare che se la precisione della calcolatrice è **AUTO** oppure **EXACT** (vedi riga di stato in basso per il valore attuale) talvolta la risposta ad una richiesta di calcolo è identica alla richiesta: bisogna in tal caso approssimare il risultato premendo i tasti **◆** **ENTER**; per un esempio vedi la figura 40.

È possibile definire le altre funzioni trigonometriche (cotangente, secante e cosecante) come indicato nella figura 41).

Tali funzioni vengono immagazzinate nella memoria della TI-92 e possono essere usate come quelle predefinite, come si può notare dalla figura 42.

Da notare che l'argomento delle funzioni va obbligatoriamente scritto tra parentesi tonde (questo vale sia per le funzioni predefinite che per quelle definite dall'utente).

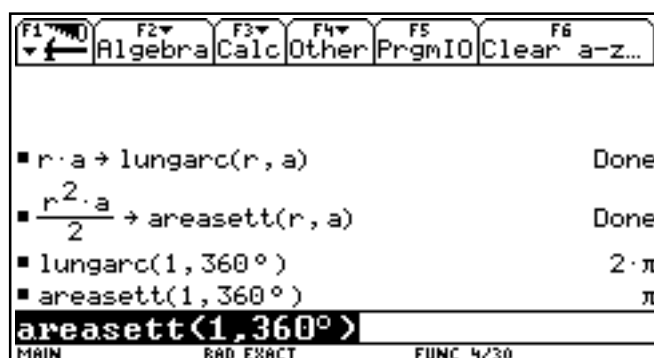


Figura 38: Funzioni per calcolare la lunghezza di un arco di circonferenza e l'area di un settore circolare.

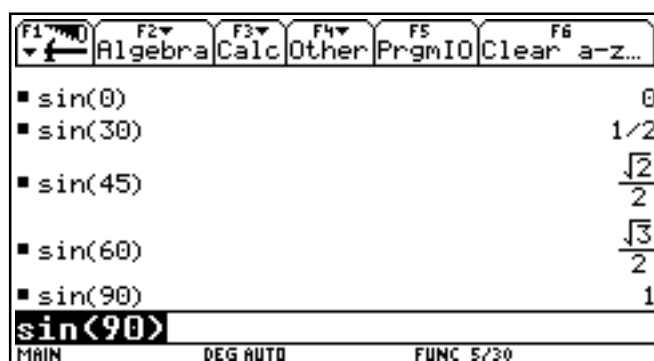


Figura 39: Il seno di alcuni angoli particolari.

2.3 Funzioni ciclotriche

Nella TI-92 sono predefinite le seguenti funzioni ciclotriche (funzioni inverse delle funzioni trigonometriche):

- arcoseno: $\boxed{2nd} \boxed{SIN}$;
- arcocoseno: $\boxed{2nd} \boxed{COS}$;
- arcotangente: $\boxed{2nd} \boxed{TAN}$.

Attenzione a non confondere, per esempio, $\tan^{-1} x$ con $\frac{1}{\tan x}$: l'indice $^{-1}$ è da interpretare come simbolo di funzione inversa e non come esponente di una potenza! Volendo si possono ridefinire le funzioni ciclotriche usando la notazione standard, come è stato fatto nella figura 43.

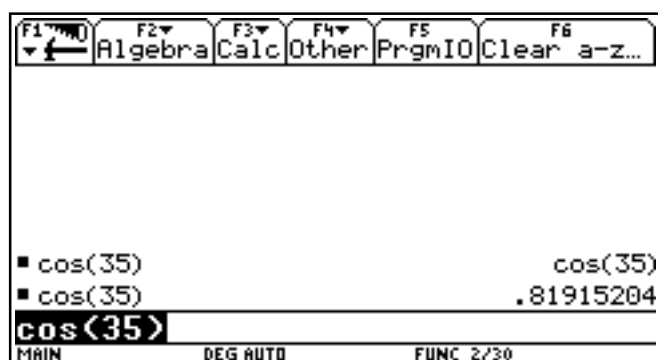


Figura 40: Esempio di risposta ad una richiesta di calcolo che è identica alla richiesta.

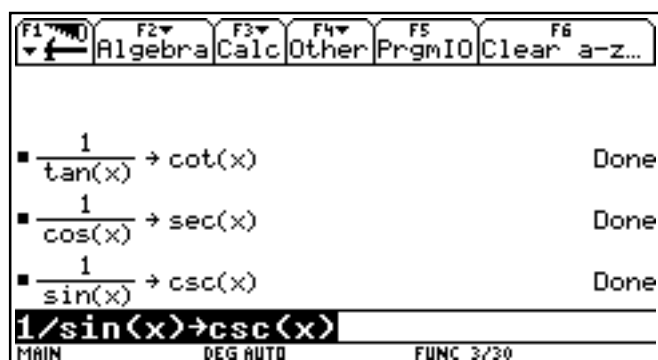


Figura 41: Definizione delle funzioni trigonometriche mancanti.

Nella figura 44 si definiscono le funzioni ciclotometriche non predefinite dalla TI-92, sfruttando delle particolari relazioni. Da notare che nella definizione dell'arcocotangente si è specificato che la quantità $\frac{\pi}{2}$ è da intendere in radianti (conversione automatica, se necessario, in gradi sessadecimali da parte della TI-92).

2.4 Alcune formule trigonometriche

La TI-92 conosce le principali formule trigonometriche. Nella figura 45 possiamo vedere alcuni esempi (identità fondamentale della trigonometria, formule sugli angoli opposti per seno e coseno, formule sugli angoli supplementari per seno e coseno, periodicità per tangente e coseno).

Nel menu Algebra/Trig (premere $\boxed{F2} \boxed{9}$) sono disponibili le due seguenti funzioni:

- **tCollect**: trasforma un'espressione contenente prodotti e potenze intere di seni e coseni in una combinazione lineare di seni e coseni;

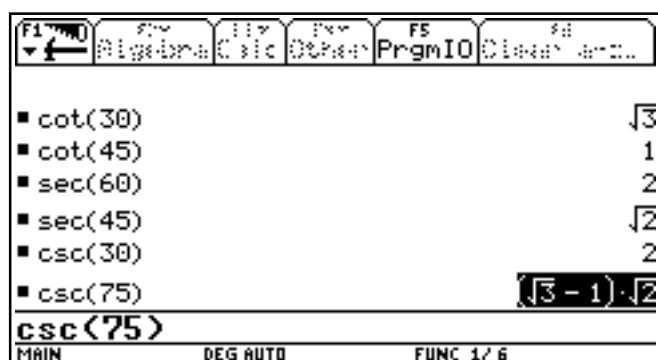


Figura 42: Uso delle funzioni trigonometriche mancanti definite in precedenza.

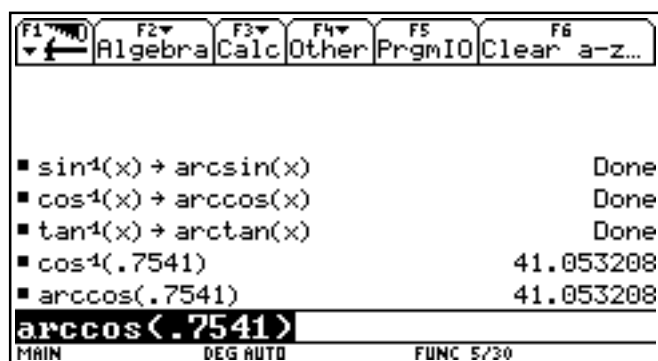


Figura 43: Ridefinizione delle funzioni ciclotriche con la notazione standard.

- **tExpand**: sviluppa un'espressione contenente seni e coseni di multipli interi, somme o differenze di angoli.

È importante ricordarsi che la funzione **tExpand** dà risultati interessanti solo se la TI-92 è nel modo RAD.

Nella figura 46 si può leggere qualche esempio relativo all'uso di **tCollect** e di **tExpand**.

2.5 Equazioni trigonometriche

Mediante il comando **solve** (premere **F2** **1**) è possibile risolvere equazioni: come argomenti del comando bisogna dare, separati da una virgola, l'equazione e la variabile. La risoluzione delle equazioni trigonometriche non è facile nemmeno per la TI-92 e spesso non si riesce ad ottenere il risultato finale (talvolta però si ottengono dei suggerimenti per continuare i calcoli).

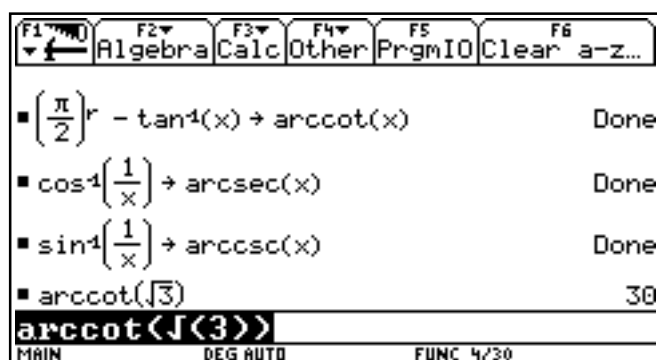


Figura 44: Definizione delle funzioni ciclotriche non predefinite.

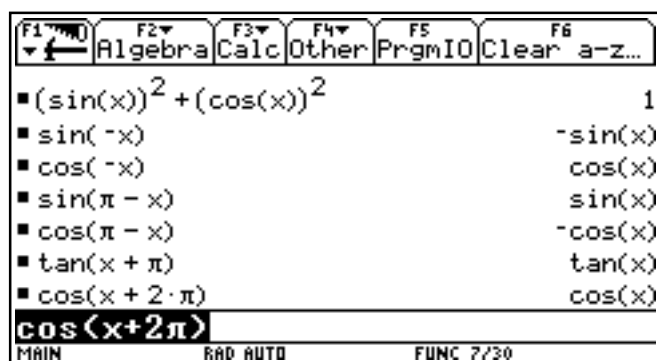


Figura 45: La TI-92 conosce le principali formule trigonometriche.

Nella figura 47 si possono vedere due equazioni trigonometriche risolte completamente. Da notare che nella prima equazione è necessario spostarsi verso destra con il cursore per vedere tutte le soluzioni. In entrambe le equazioni appaiono delle variabili del tipo @n_ (al posto del trattino c'è un numero intero): esse sono da considerare come variabili che assumono tutti i valori interi.

Talvolta, come nell'esempio della figura 48, l'equazione risulta troppo complicata e la TI-92 rinuncia a risolverla esattamente e ritorna una serie di valori approssimati.

2.6 Grafici delle funzioni trigonometriche

Per disegnare i grafici delle funzioni trigonometriche, per esempio $\sin x$ e $\cos x$, possiamo procedere nel modo seguente:

- premere il tasto \blacklozenge \boxed{W} per entrare nel menu Y=;

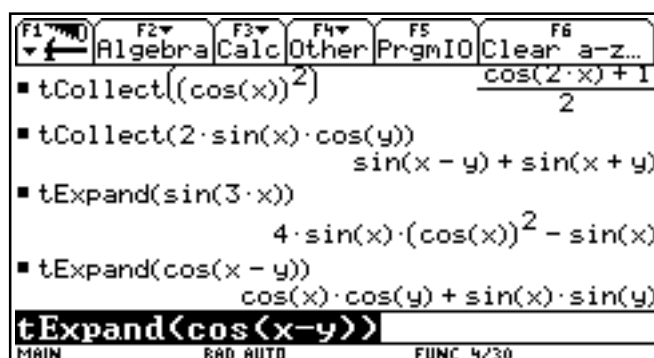


Figura 46: Uso di tCollect e di tExpand.

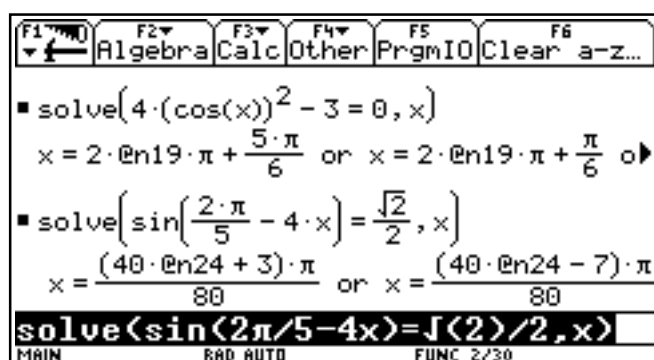


Figura 47: Esempi di soluzione di equazioni trigonometriche.

- scrivere $\sin(x)$ a lato di y1;
- scrivere $\cos(x)$ a lato di y2;
- premere il tasto \blacklozenge [E] per entrare nel menu WINDOW e poter modificare le impostazioni della finestra grafica (per ottenere i grafici della figura 49 dare, nell'ordine, i valori $-7, 7, 1, -1.2, 1.2, 1, 1$)
- premere il tasto \blacklozenge [R] per entrare nel menu GRAPH e visualizzare il grafico.

2.7 La formula di Erone

La *formula di Erone* è una formula che permette di calcolare l'area di un triangolo conoscendo unicamente le misure a, b e c dei suoi lati. Detto $s := \frac{1}{2}(a + b + c)$ il semiperimetro

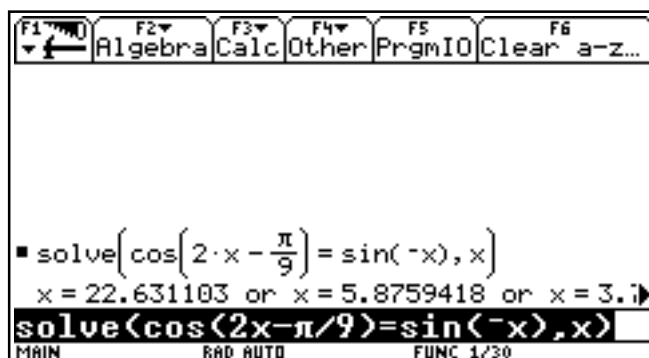


Figura 48:

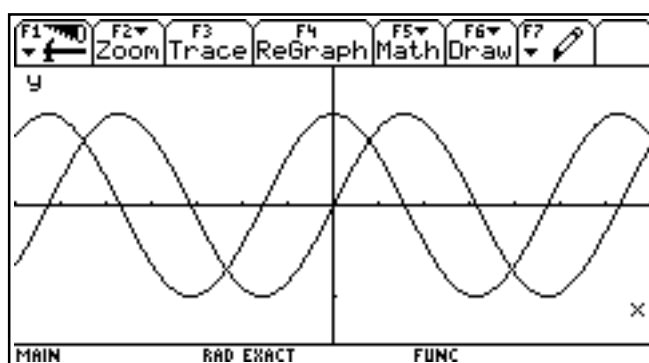



Figura 49: Grafici delle funzioni trigonometriche $\sin(x)$ e $\cos(x)$.

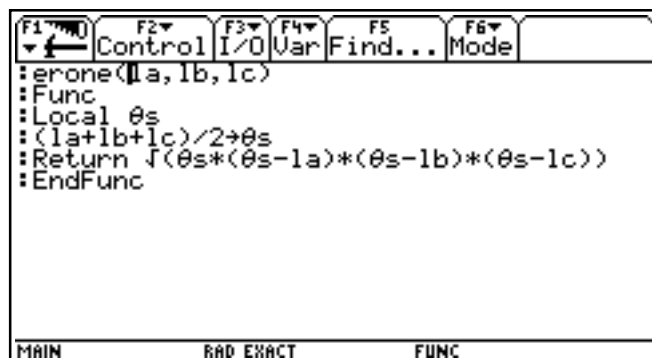
del triangolo, per l'area A avremo:

$$A = \sqrt{s \cdot (s - a) \cdot (s - b) \cdot (s - c)} .$$

Possiamo scrivere la funzione `erone` per la TI-92 come visualizzato nella figura 50. Questa funzione è leggermente più complessa di quelle precedenti e dunque bisogna utilizzare l'editore di funzioni:

- premere il tasto `APPS` per entrare nel menu `APPLICATIONS`;
- premere `7` per entrare nel `Program Editor`;
- premere `3` per aprire un nuovo file;
- scegliere poi `Function` in corrispondenza di `Type`, lasciare `main` come `Folder` e digitare `erone` a lato di `Variable`; premere `ENTER`;
- digitare il testo della figura 50;

- premere il tasto   per tornare allo schermo principale.



```

F1 Control F2 I/O Var F3 Find... F4 Mode
:erone(a,b,c)
:Func
:Local theta_s
:(a+b+c)/2->theta_s
:Return sqrt(theta_s*(theta_s-a)*(theta_s-b)*(theta_s-c))
:EndFunc
MAIN RAD EXACT FUNC

```

Figura 50: La formula di Erone.

Per calcolare, per esempio, l'area del triangolo di lati $a = 3.5$, $b = 4.5$ e $c = 6.2$ sarà sufficiente digitare il comando `erone(3.5, 4.5, 6.2)`.

3 Vettori

3.1 Rappresentazione di vettori

Una *matrice* $m \times n$ è uno schema rettangolare di numeri reali disposto in m righe e n colonne; tali numeri reali sono detti *elementi* della matrice.

La matrice A è una matrice 2×3 , mentre la matrice B è una matrice 3×2 :

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 9 \\ -1 & 0 & 7 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 3 & -2 \\ 5 & 8 \end{pmatrix}.$$

Per rappresentare una matrice con la TI-92 si devono seguire le regole seguenti:

1. gli elementi di una stessa riga sono separati da una “virgola”;
2. per indicare la fine di una riga si usa il “punto e virgola”;
3. la lista degli elementi e dei separatori è racchiusa tra “parentesi quadre”.

Nella figura 51 sono definite le matrici A e B viste sopra.

Un vettore di \mathbb{R}^n , $n \in \mathbb{N}^*$, può così essere visto come matrice $1 \times n$ (*vettore riga*, vedi figura 52 per un esempio) oppure come una matrice $n \times 1$ (*vettore colonna*, vedi figura 53 per un esempio).

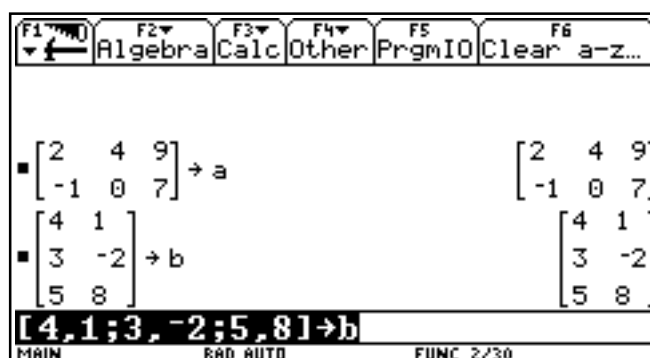


Figura 51: Le matrici A e B.

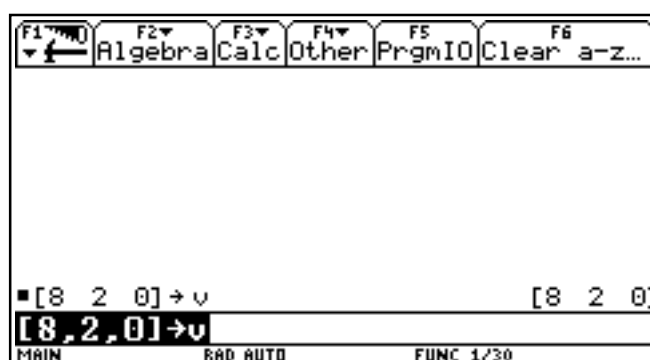


Figura 52: Vettore riga.

Osservate bene la diversa sintassi nel dare i comandi necessari per la definizione di vettori riga e vettori colonna.

È sempre possibile trasformare un vettore riga in un vettore colonna con le stesse componenti e viceversa utilizzando l'operazione detta *trasposizione* (in generale: se A è una matrice $m \times n$ allora la *matrice trasposta* di A è la matrice A^t , di tipo $n \times m$ che si ottiene da A scambiandone ordinatamente le righe e le colonne). Per esempio:

$$A^t = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ 4 & 0 \\ 9 & 7 \end{pmatrix}; \quad B^t = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 5 \\ 1 & -2 & 8 \end{pmatrix}.$$

Il simbolo per la trasposizione di matrici è T (tale simbolo si ottiene premendo: $\boxed{2nd} \boxed{+} \boxed{2} \boxed{9}$); l'uso è illustrato nella figura 54.

Per accedere alla n -esima componente di un vettore riga v bisognerà usare la sintassi: $v[1,n]$ (vedi figura 55 per un esempio).

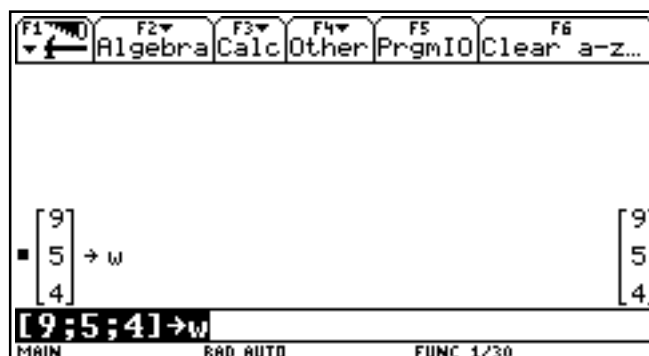


Figura 53: Vettore colonna.

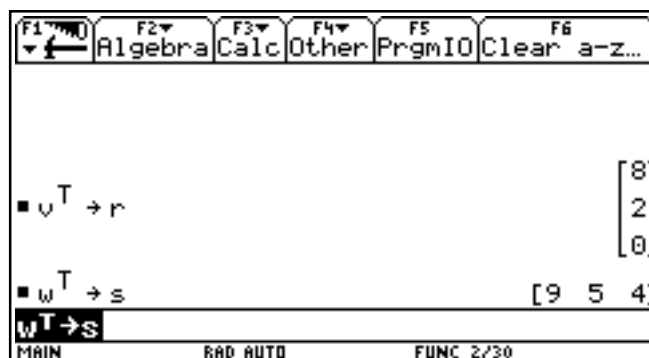


Figura 54: Trasposizioni.

Per accedere alla n -esima componente di un vettore colonna v bisognerà usare la sintassi: $v[n,1]$ (vedi figura 56 per un esempio).

3.2 Operazioni elementari con i vettori

Per la somma di vettori si usa il simbolo “+”, per la differenza il simbolo “-”, per la moltiplicazione per uno scalare il simbolo “×”. È anche possibile usare il simbolo “÷” per la divisione di un vettore per uno scalare. Nella figura 57 possiamo vedere un esempio per i vettori riga (in modo analogo per i vettori colonna).

Nella figura 58 è invece rappresentata una combinazione lineare di vettori colonna.

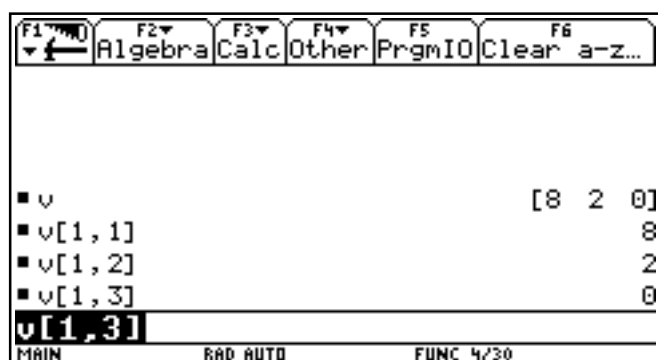


Figura 55: Componenti di un vettore riga.

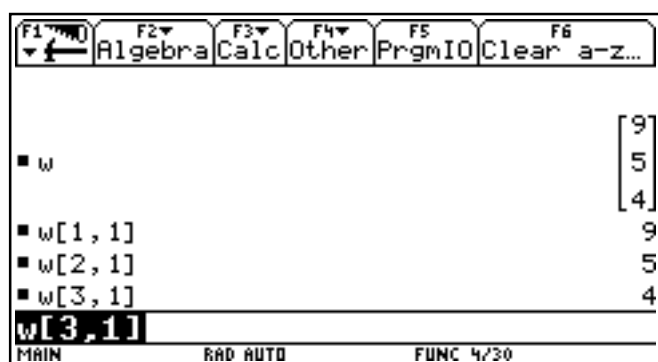


Figura 56: Componenti di un vettore colonna.

3.3 Prodotto scalare e sue applicazioni

Il prodotto scalare è predefinito dal comando `dotP` (dall'inglese *dot product*, prodotto punto) che richiede due vettori come argomento, come negli esempi della figura 59.

Ovviamente i due vettori argomento di `dotP` devono essere della stessa dimensione ed entrambi vettori riga o entrambi vettori colonna.

Nella TI-92 è pure predefinito il comando `norm` che serve per calcolare la lunghezza di un vettore (riga o colonna) dato come argomento del comando (vedi figura 60 per un esempio).

Possiamo ora costruire la funzione `angv` che, accettati due vettori come argomento, calcola l'angolo compreso tra di essi (talvolta è necessario semplificare ulteriormente il risultato premendo i tasti \blacklozenge `ENTER`).

Ecco il listato della funzione e un esempio d'uso nella figura 61:

`angv(à,è)`

F1	F2	F3	F4	F5	F6
←	Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear a-z...
■	v				[8 2 0]
■	s				[9 5 4]
■	v + s				[17 7 4]
■	v - s				[-1 -3 -4]
■	3 · v				[24 6 0]
■	$\frac{v}{2}$				[4 1 0]
v/2					
MAIN		RAD AUTO		FUNC 6/30	

Figura 57: Operazioni con vettori riga.

F1	F2	F3	F4	F5	F6
←	Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear a-z...
■	2 · w - 5 · r				$\begin{bmatrix} -22 \\ 0 \\ 8 \end{bmatrix}$
2w-5r					
MAIN		RAD AUTO		FUNC 1/30	

Figura 58: Combinazione lineare di vettori colonna.

```

Func
cos-1(dotP(à,è)/(norm(à)*norm(è)))
EndFunc

```

Nota: nella funzione si sono usati come parametri formali (cioè come argomenti in fase di definizione della funzione) le lettere à ed è piuttosto che, per esempio, v e w poiché così facendo si evitano strani comportamenti della TI-92 quando si fanno calcoli simbolici nei quali appaiono v e/o w come variabili.

Un'altra applicazione del prodotto scalare è la determinazine della lunghezza della proiezione ortogonale di un vettore su una retta. La funzione `proiez` accetta come primo argomento il vettore da proiettare e come secondo argomento un vettore collineare con la retta sulla quale deve essere proiettato il primo vettore. Nella funzione `proiez` si usa la funzione predefinita `unitV` che accetta come argomento un vettore v e che restituisce un vettore unitario parallelo e concorde a v.

Ecco il listato e un esempio d'uso nella figura 62 (proiezione del vettore $\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$ sull'asse x):

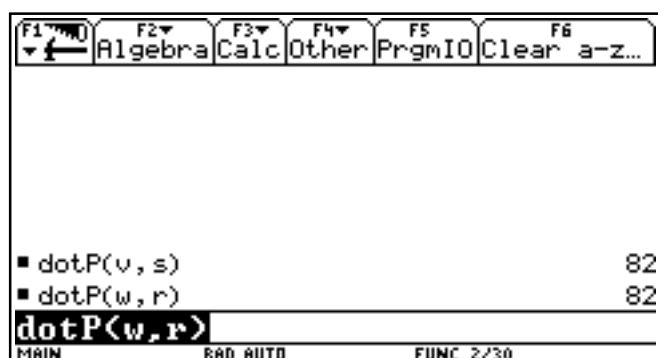


Figura 59: Prodotto scalare e sue applicazioni.

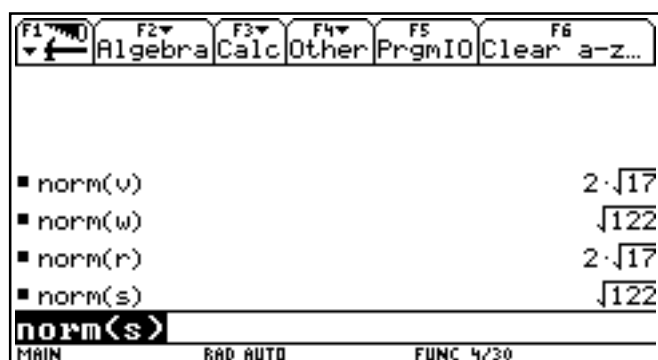


Figura 60: Lunghezza di un vettore.

```

    proiez(à,è)
Func
abs(dotP(à,unitV(è)))
EndFunc

```

4 Menu personalizzati

Spesso ci si dimentica, per vari motivi, il nome di funzioni predefinite oppure definite da noi stesse. Può essere utile allora organizzare, secondo argomento, alcune delle principali funzioni in una serie di menu a tendina, simili a quelli già definiti dalla TI-92.

Il programma `mymenu` permette di aggiungere nel menu `Custom`, attivabile tramite la combinazione di tasti `2nd` `3`, una voce per la trigonometria e una voce per i vettori; mediante tali voci sarà poi possibile accedere più facilmente alle funzioni indicate.

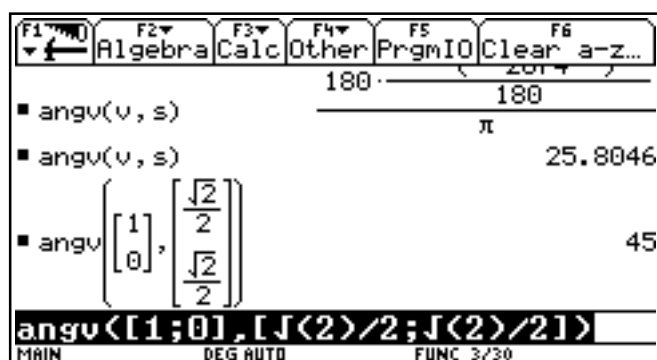


Figura 61: Angolo tra due vettori.

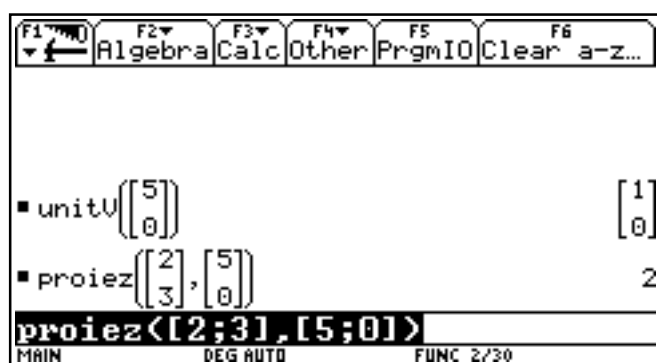


Figura 62: Proiezione ortogonale di un vettore.

```

mymenu()
Prgm
Custom
Title "Trigo"
Item "cot()"
Item "csc()"
Item "sec()"
Item "arccos()"
Item "arccot()"
Item "arccsc()"
Item "arcsec()"
Item "arcsin()"
Item "arctan()"
Item "deg2rad()"
Item "rad2deg()"

```

```
Item "erone(,,)"
Item "areasett(,)"
Item "lungarc(,)"
Title "Vettori"
Item "angv([],[])"
Item "crossP([],[])"
Item "dotP([],[])"
Item "misto([],[],[])"
Item "norm([])"
Item "proiez([],[])"
Item "unitV([])"
EndCustm
EndPrgm
```

Dopo aver copiato il programma nella propria TI-92 bisogna eseguirlo (digitare sulla riga di comando: `mymenu()`): mediante la combinazione di tasti `2nd` `3` è ora possibile commutare dalla modalità standard dello schermo Home alla modalità Custom dello schermo Home e viceversa.

Naturalmente ognuno è libero di aggiungere o togliere funzioni dal menu personalizzato: basta modificare il programma `mymenu()` secondo le semplici regole applicate nell'esempio sopra mediante l'editore di programmi, tornare allo schermo Home e rieseguire il programma.

5 Alcune funzioni e programmi

Nome: `arccos`

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

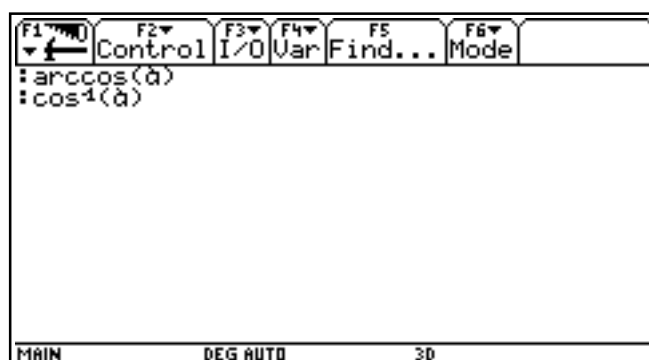
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'arcocoseno di x

Esempio: `arccos(0.5)`

Osservazioni: nessun controllo dell'input



Nome:

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

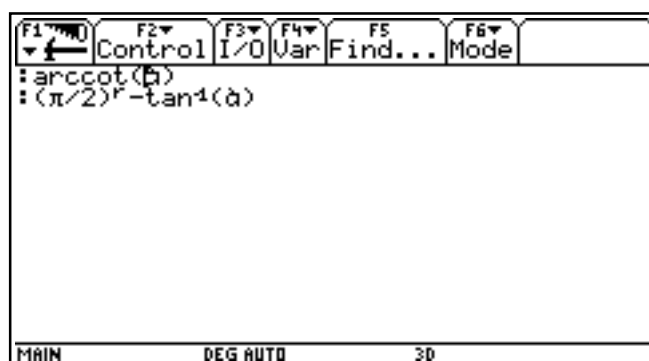
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'arcocotangente di x

Esempio: $\arccot(4.35)$

Osservazioni: nessun controllo dell'input



Nome: `arccsc`

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

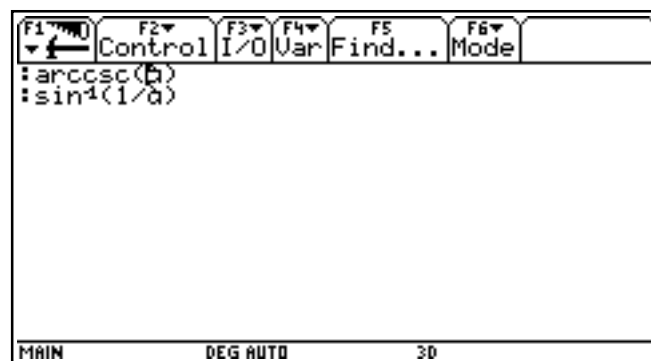
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'arcocosecante di x

Esempio: `arccsc(1.24)`

Osservazioni: nessun controllo dell'input



Nome: `arcsec`

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

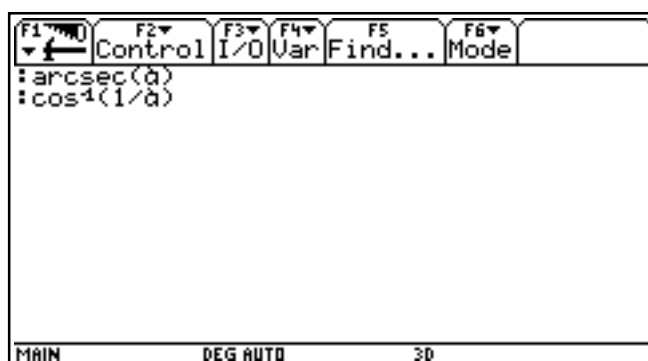
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'arcosecante di x

Esempio: `arcsec(2.14)`

Osservazioni: nessun controllo dell'input



Nome: `arcsin`

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

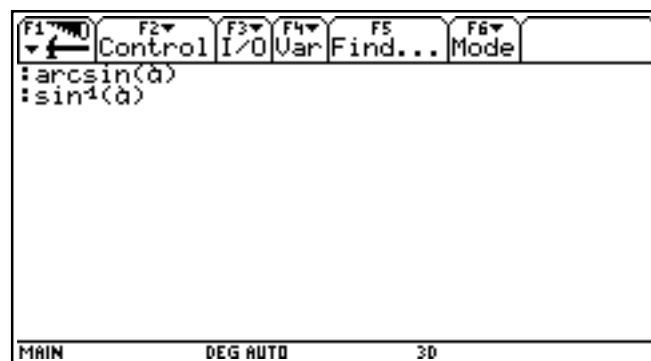
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'arcoseno di x

Esempio: `arcsin(0.42)`

Osservazioni: nessun controllo dell'input



Nome: `arctan`

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

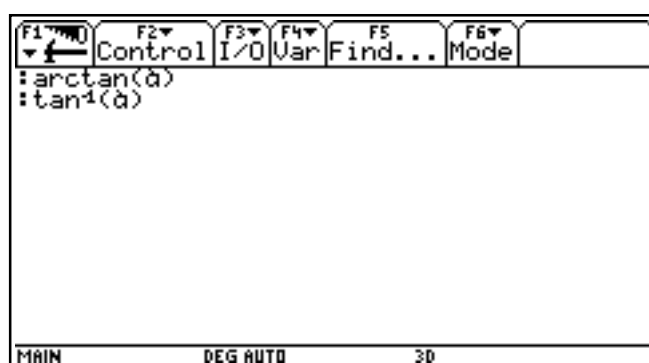
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'arcotangente di x

Esempio: `arctan(4.25)`

Osservazioni: nessun controllo dell'input



Nome: `cot`

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

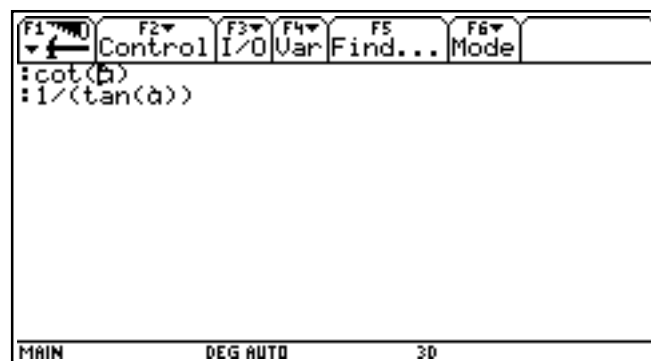
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola la cotangente di x

Esempio: $\cot(45^\circ)$

Osservazioni: x può essere dato in gradi oppure in radianti; nessun controllo dell'input



Nome: `csc`

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

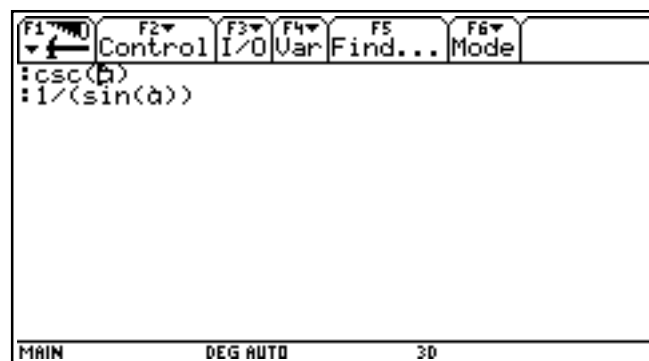
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola la cosecante di x

Esempio: `csc(30°)`

Osservazioni: x può essere dato in gradi oppure in radianti; nessun controllo dell'input



Nome: `deg2rad`

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

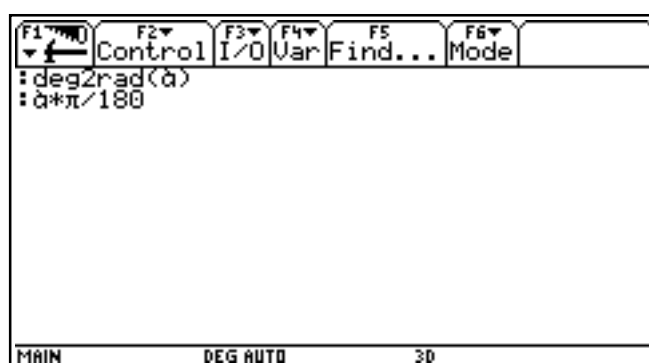
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: trasforma l'angolo x in radianti

Esempio: `deg2rad(35.76)`

Osservazioni: x è trattato in ogni caso come la misura di un angolo in gradi sessadecimali



Nome: `erone`

Parametri: tre numeri reali x , y , z

Tipo: funzione

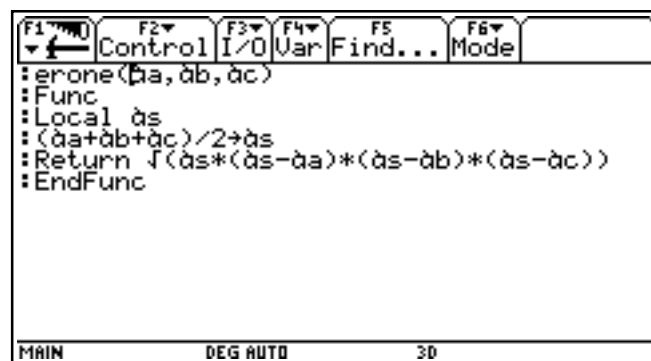
Autore: Claudio Marsan

Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'area del triangolo i cui lati misurano x , y , z usando la formula di Erone

Osservazioni: non ci sono controlli su dati di input inconsistenti



```
F1 Control I/O Var Find... Mode
:erone(a,b,c)
:Func
:Local s
: (a+b+c)/2→s
:Return √(s*(s-a)*(s-b)*(s-c))
:EndFunc
MAIN DEG AUTO 3D
```

Nome: `rad2deg`

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

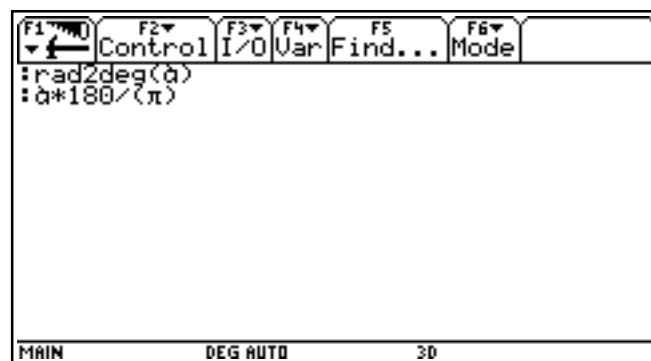
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: trasforma l'angolo x in gradi sessadecimali

Esempio: `rad2deg(1.213)`

Osservazioni: x è trattato in ogni caso come la misura di un angolo in radianti



Nome: `sec`

Parametri: un numero reale x

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

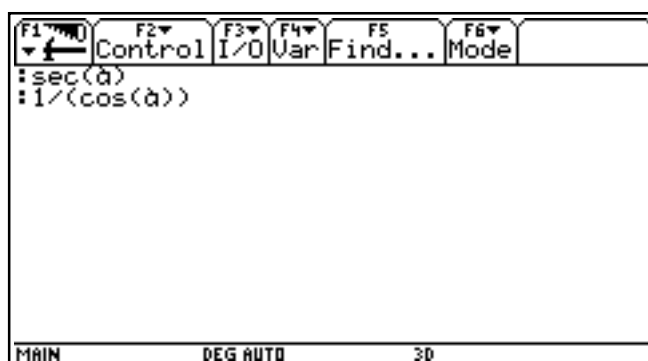
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola la secante di x

Esempio: $\sec(30^\circ)$

Osservazioni: x può essere dato in gradi oppure in radianti; nessun controllo dell'input



Nome: areasett

Parametri: un numero reale r e un numero reale α

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

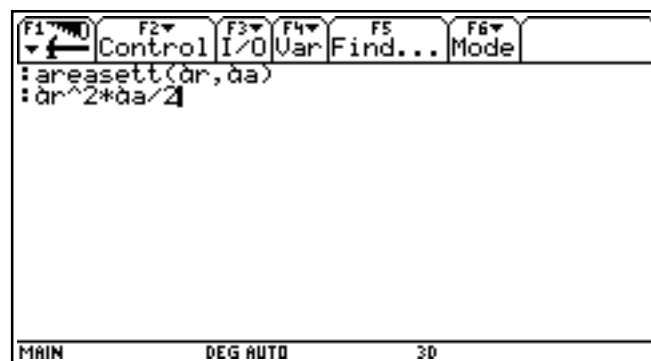
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'area del settore circolare di raggio r e angolo al centro α

Esempio: areasett(5,30°)

Osservazioni: x può essere dato in gradi oppure in radianti



Nome: ang2

Parametri: due equazioni nelle variabili x e y

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'angolo $\omega \in [0^\circ, 90^\circ]$ tra due rette del piano

Esempio: $\text{ang2}(2x + 3y - 1 = 0, y = 3x + 1)$

Osservazioni: le equazioni possono essere date in forma implicita o esplicita

F1 Control	F2 I/O	F3 Var	F4 Find...	F5 Mode	
---------------	-----------	-----------	---------------	------------	--

```

:ang2(θr, θs)
:Func
:Local r,s,a,b,c,d
:left(θr)-right(θr)→r
:left(θs)-right(θs)→s
:d(r,x)→a
:d(r,y)→b
:d(s,x)→c
:d(s,y)→d
:√((a^2+b^2)*(c^2+d^2))→s
:Return approx(cos⁻¹(abs(a*c+b*d)/s))
:EndFunc

```

G2D	DEG AUTO	3D
-----	----------	----

Nome: `bc2`

Parametri: tre punti A, B, C del piano

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

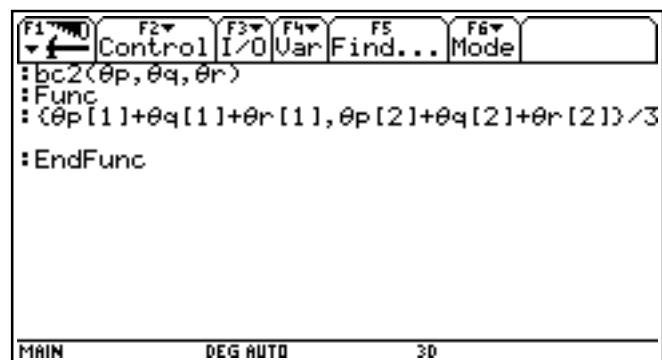
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola il baricentro del triangolo ABC del piano

Esempio: `bc2({2,3}, {0,0}, {5,2})`

Osservazioni:



```
F1 F2 F3 F4 F5 F6
Control I/O Var Find... Mode
:bc2(θp,θq,θr)
:Func
: (θp[1]+θq[1]+θr[1],θp[2]+θq[2]+θr[2])/3
:EndFunc
MAIN DEG AUTO 30
```

Nome: `circ`

Parametri: un numero reale (raggio) e un punto (centro)

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

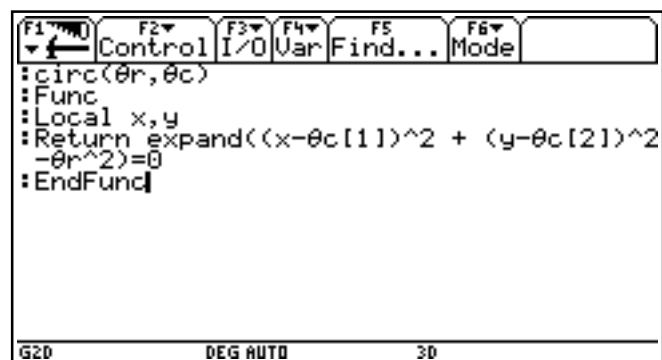
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'equazione cartesiana nelle variabili x e y della circonferenza di dati raggio e centro

Esempio: `circ(5, {0,0})`

Osservazioni:



```
F1 Control I/O Var Find... Mode
:circ(θr,θc)
:Func
:Local x,y
:Return expand((x-θc[1])^2 + (y-θc[2])^2
-θr^2)=0
:EndFunc
G2D DEG AUTO 3D
```

Nome: `dist2`

Parametri: due punti del piano

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

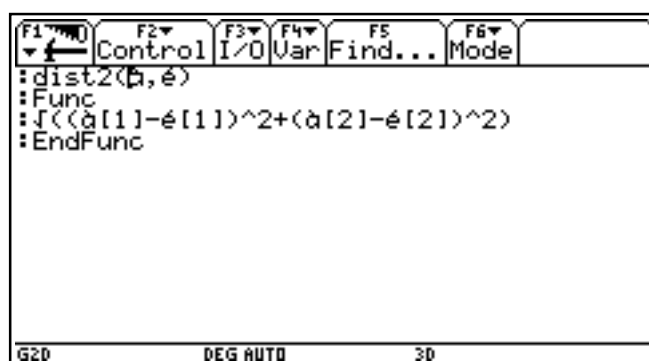
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola la distanza fra due punti del piano

Esempio: `dist2({2,4}, {9,7})`

Osservazioni:



```
F1 Control I/O Var Find... Mode
:dist2(a,e)
:Func
:√((a[1]-e[1])^2+(a[2]-e[2])^2)
:EndFunc
G2D DEG AUTO 30
```

Nome: `inter2`

Parametri: due equazioni nelle variabili x e y

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola le coordinate del punto di intersezione delle due rette del piano date

Esempio: `inter2(2x + 3y - 1 = 0, y = 3x + 1)`

Osservazioni: le equazioni possono essere date in forma implicita o esplicita

```

F1 Control F2 I/O F3 Var F4 Find... F5 Mode F6
:inter2(θr,θs)
:Func
:Local r,s,a,b,c,d,e,f
:left(θr)-right(θr)→r
:left(θs)-right(θs)→s
:d(r,x)→a
:d(r,y)→b
:d(s,x)→c
:d(s,y)→d
:r|x=0 and y=0→e
:s|x=0 and y=0→f
:simult([[a,b][c,d]],[[-e][f]])→s
G2D DEG AUTO 3D

```

```

F1 Control F2 I/O F3 Var F4 Find... F5 Mode F6
:Local r,s,a,b,c,d,e,f
:left(θr)-right(θr)→r
:left(θs)-right(θs)→s
:d(r,x)→a
:d(r,y)→b
:d(s,x)→c
:d(s,y)→d
:r|x=0 and y=0→e
:s|x=0 and y=0→f
:simult([[a,b][c,d]],[[-e][f]])→s
:Return {s[1,1],s[2,1]}
:EndFunc
G2D DEG AUTO 3D

```

Nome: `para2`

Parametri: un'equazione nelle variabili x e y e un punto

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

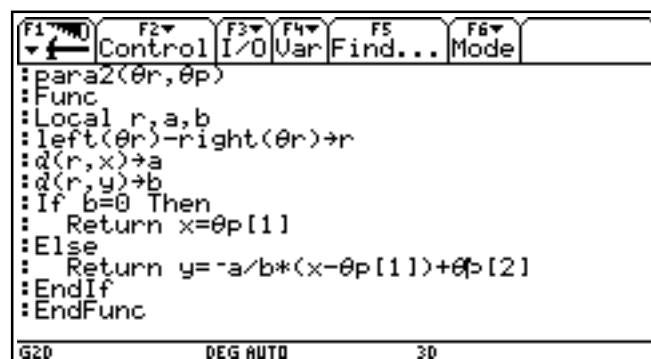
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'equazione cartesiana esplicita nelle variabili x e y della retta parallela alla retta data e passante per il punto dato.

Esempio: `para2(2x -y + 1 = 0, {5,10})`

Osservazioni: l'equazione può essere data in forma implicita o esplicita



```
F1 Control F2 I/O Var F3 Find... F4 Mode
:para2(θr,θp)
:Func
:Local r,a,b
:left(θr)-right(θr)→r
:d(r,x)→a
:d(r,y)→b
:If b=0 Then
:  Return x=θp[1]
:Else
:  Return y=-a/b*(x-θp[1])+θp[2]
:EndIf
:EndFunc
G2D DEG AUTO 3D
```

Nome: `perpe2`

Parametri: un'equazione nelle variabili x e y e un punto

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'equazione cartesiana esplicita nelle variabili x e y della retta perpendicolare alla retta data e passante per il punto dato.

Esempio: `perpe2(2x - y + 1 = 0, {5,10})`

Osservazioni: l'equazione può essere data in forma implicita o esplicita

```

F1 Control F2 Control F3 I/O F4 Var F5 Find... F6 Mode
:perpe2(θr,θp)
:Func
:Local r,a,b
:left(θr)-right(θr)→r
:d(r,x)→a
:d(r,y)→b
:If a=0 Then
:  Return x=θp[1]
:EndIf
:If b=0 Then
:  Return y=θp[2]
:EndIf
G2D          DEG AUTO          3D

```

```

F1 Control F2 Control F3 I/O F4 Var F5 Find... F6 Mode
:Local r,a,b
:left(θr)-right(θr)→r
:d(r,x)→a
:d(r,y)→b
:If a=0 Then
:  Return x=θp[1]
:EndIf
:If b=0 Then
:  Return y=θp[2]
:EndIf
:Return y=b/a*(x-θp[1])+θp[2]
:EndFunc
G2D          DEG AUTO          3D

```

Nome: `pm2`

Parametri: due punti del piano

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

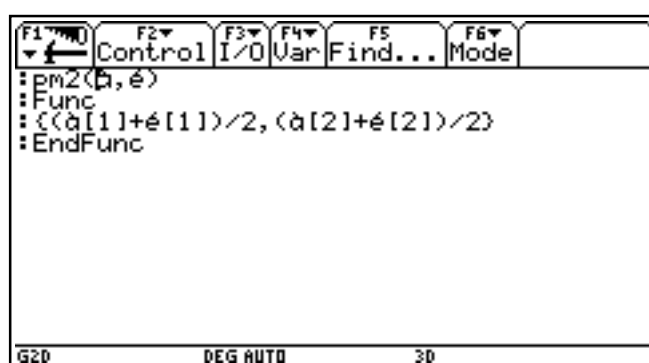
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola le coordinate del punto medio di un segmento del piano

Esempio: `pm2({2,1}, {5,9})`

Osservazioni:



```
F1 Control I/O Var Find... Mode
:pm2(A,é)
:Func
:((A[1]+é[1])/2,(A[2]+é[2])/2)
:EndFunc
G2D DEG AUTO 30
```

Nome: `retta2c`

Parametri: due punti del piano

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

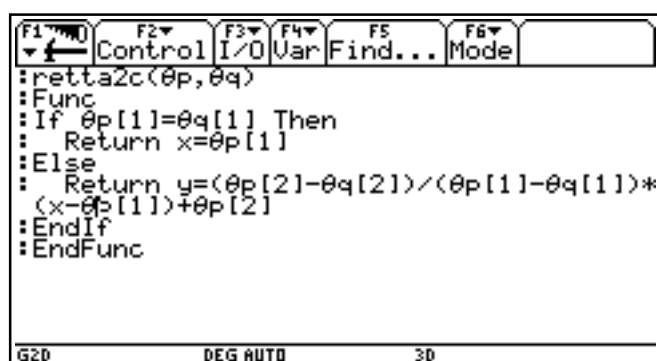
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'equazione cartesiana esplicita nelle variabili x e y della retta del piano passante per i punti dati

Esempio: `retta2c({2,1}, {5,9})`

Osservazioni:



```

:retta2c(θp,θq)
:Func
:If θp[1]=θq[1] Then
:  Return x=θp[1]
:Else
:  Return y=(θp[2]-θq[2])/(θp[1]-θq[1])*
(x-θp[1])+θp[2]
:EndIf
:EndFunc

```

G2D DEG AUTO 3D

Nome: `bc3`

Parametri: tre punti A, B, C dello spazio

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

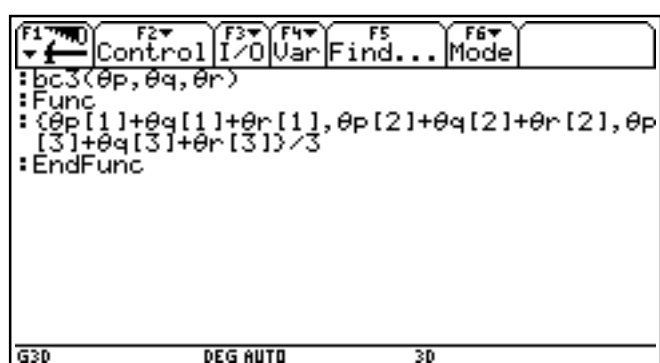
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola il baricentro del triangolo ABC dello spazio

Esempio: `bc3({2,3,1}, {0,0,0}, {5,2,-8})`

Osservazioni:



```
F1 F2 F3 F4 F5 F6
Control I/O Var Find... Mode
:bc3(θp,θq,θr)
:Func
: (θp[1]+θq[1]+θr[1],θp[2]+θq[2]+θr[2],θp
: [3]+θq[3]+θr[3])/3
:EndFunc
G3D DEG AUTO 3D
```

Nome: `dist3`

Parametri: due punti dello spazio

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

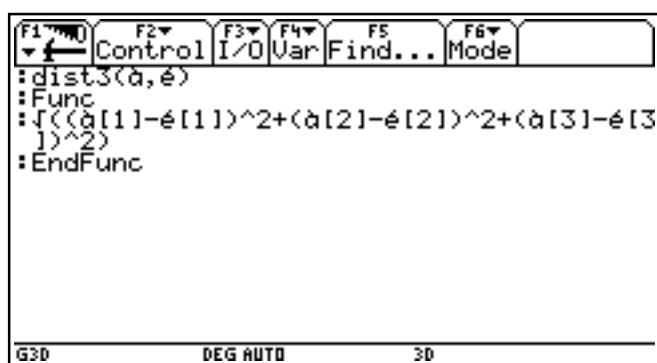
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola la distanza fra due punti dello spazio

Esempio: `dist3({2,4,2}, {9,7,-1})`

Osservazioni:



```
F1 Control I/O Var Find... Mode
:dist3(a,e)
:Func
:√((a[1]-e[1])^2+(a[2]-e[2])^2+(a[3]-e[3])^2)
:EndFunc
G3D DEG AUTO 3D
```

Nome: `pm3`

Parametri: due punti dello spazio

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

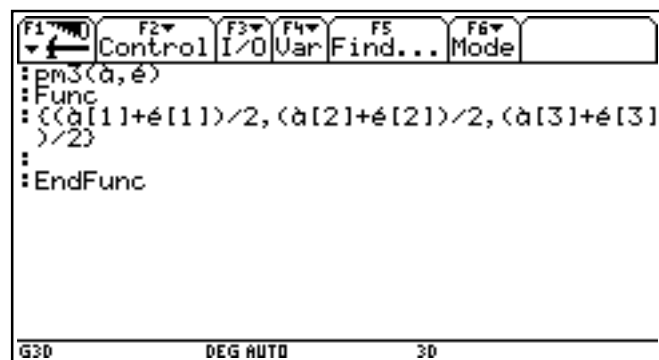
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola le coordinate del punto medio di un segmento dello spazio

Esempio: `pm3({2,1,0}, {5,2,9})`

Osservazioni:



```
F1 Control I/O Var Find... Mode
:pm3(a,e)
:Func
:((a[1]+e[1])/2,(a[2]+e[2])/2,(a[3]+e[3]
)/2)
:
:EndFunc
G3D DEG AUTO 3D
```

Nome: `r2s`

Parametri: un punto dello spazio in coordinate cartesiane

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola le coordinate sferiche (r, ϕ, θ) del punto dato

Esempio: `r2s({2,5,1})`

Osservazioni:

```

F1 Control I/O Var Find... Mode
:r2s(a)
:Func
:Local r,e
:√(a[1]^2+a[2]^2+a[3]^2)→r
:If r=0 Then
:Return {0,0,0}
:EndIf
:cos⁻¹(a[3]/r)→e
:If e>0 and e<180° Then
:1→e
:Else
:-1→e
MAIN          DEG AUTO          30

```

```

F1 Control I/O Var Find... Mode
:EndIf
:cos⁻¹(a[3]/r)→e
:If e>0 and e<180° Then
:1→e
:Else
:-1→e
:EndIf
:If a[1]=0 Then
:Return {r,90°*e,cos⁻¹(a[3]/r)}
:EndIf
:{r,tan⁻¹(a[2]/(a[1])),cos⁻¹(a[3]/r)}
:EndFunc
MAIN          DEG AUTO          30

```

Nome: `s2r`

Parametri: un punto dello spazio in coordinate sferiche (r, ϕ, θ)

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

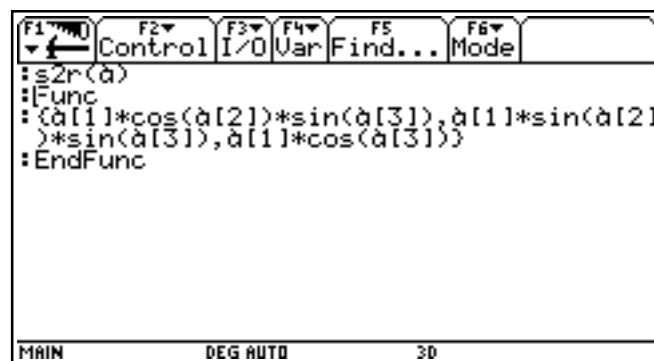
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola le coordinate rettangolari del punto dato

Esempio: `s2r({5,30°,45°})`

Osservazioni: ϕ, θ possono essere date in gradi o in radianti



```
F1 Control I/O Var Find... Mode
:s2r(a)
:Func
:({a[1]*cos(a[2])*sin(a[3]),a[1]*sin(a[2]
)*sin(a[3]),a[1]*cos(a[3])}
:EndFunc
MAIN DEG AUTO 3D
```

Nome: `lungarc`

Parametri: due numeri reali (raggio e angolo in radianti)

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

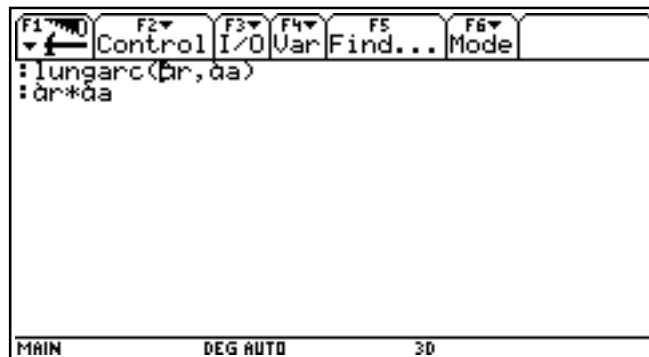
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola la lunghezza di un arco di circonferenza di dato raggio e dato angolo al centro

Esempio: `lungarc(5, $\pi/2$)`

Osservazioni: l'angolo al centro deve essere dato in radianti



Nome: `lineq`

Parametri: nessuno

Tipo: programma

Autore: Peter Maigaard, Aarhus Teknikum, Denmark

Versione: 1.0

Data: 13 gennaio 1998

Compito: risolve un sistema lineare di n equazioni in n incognite

Esempio: `lineq()`

Osservazioni: seguire le istruzioni (in inglese) del programma; seguono le informazioni originali dell'autore del programma:

The program performs simultaneous solving of linear equations in a more user friendly way than the built in SIMULT function.

After starting the program by writing `LINEQ()` you enter the number of equations (ex. 2).

Then you enter the equations one by one. It doesn't matter in which form the equation is entered (ex. $2x+3y=5$ or $2x+3y-5$).

Now you enter the variables to solve for. They must be separated by a comma (ex. x,y).

Besides from shown on the screen the result is stored in the file: `LINOUT`. (This can be convenient if the result is too big to fit the screen or for further calculations on the result).

The input equations are stored in the file: `LININ`.

Nome: `triangle`

Parametri: nessuno

Tipo: programma

Autore: Rhys Ulerich

Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: risolve un triangolo qualsiasi, dati 3 suoi elementi

Esempio: `triangle()`

Osservazioni: seguire le istruzioni (in inglese) del programma; seguono le informazioni originali dell'autore del programma:

TRIANGLE: Triangle Solver for the TI-92

NOTE BEFORE STARTING:

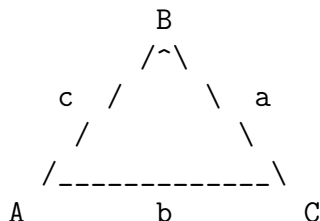
This program is a little tricky to use.
Not terribly tricky, but a little, and so
you NEED to read this before you start playing
with the program.

PURPOSE:

TRIANGLE is a program which will solve for all
sides and angles of ANY type of triangle provided
that it is given a side, and two other pieces of
information.

FORMAT/USAGE:

Generic Triangle:



The angles are uppercase letters and the sides
are lowercase letters. Character case matters.

It DOES NOT matter where letters A, B, & C are
as long as the corresponding lowercase letters
are on the opposite sides.

Start TRIANGLE by entering "triangle()" and hitting

enter.

A dialog box will pop up asking you to tell it what kind of values you will feed it. It is a simple drop down list. Here's how it works:

TRIANGLE needs at least ONE side and two other measurements/values before it can deduce the rest of the triangle. The first side that it needs is always referred to as 'a'.

The other two pieces of information can be as follows:

- 1) "a A b" - a: Initial Side
 A: Opposite Angle from 'a'
 b: Any Other Side

- 2) "a A B" - a: Initial Side
 A: Opposite Angle from 'a'
 B: Any Other Angle

- 3) "a B C" - a: Initial Side
 B: Angle NOT Opposite from 'a'
 C: Angle NOT Opposite from 'a'

- 4) "a b C" - a: Initial Side
 b: Another Side
 C: Angle NOT Opposite from 'a' or 'b'

- 5) "a b c" - a: Initial Side
 b: Another Side
 c: Another Side

Pick whatever information is appropriate, and the program will prompt you for that specific information. It will then display the results.

Nome: `angv`

Parametri: due vettori (riga o colonna) con n componenti

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

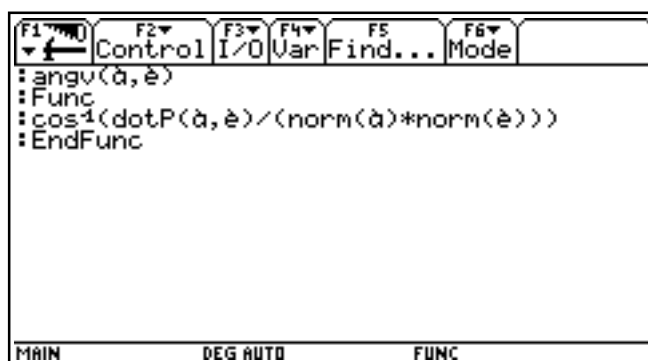
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola l'angolo tra due vettori di \mathbb{R}^n

Esempio: `angv([1;3;5],[3;-1;-2])`

Osservazioni: con `◆` `ENTER` si può ottenere un risultato approssimato



```
F1 Control F2 I/O F3 Var F4 Find... F5 Mode F6
:angv(ā, è)
:Func
:cos⁻¹(dotP(ā, è)/(norm(ā)*norm(è)))
:EndFunc
MAIN DEG AUTO FUNC
```

Nome: `proiez`

Parametri: due vettori (riga o colonna) con n componenti

Tipo: funzione

Autore: Claudio Marsan

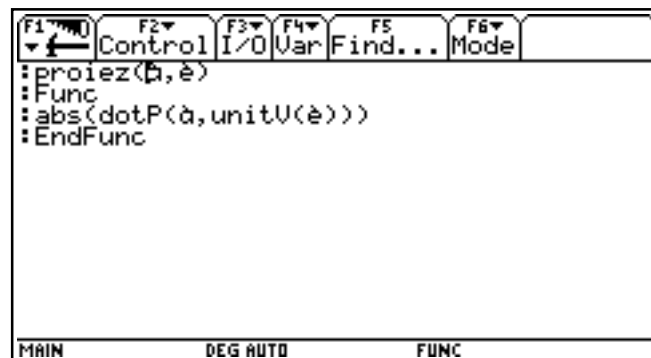
Versione: 1.0

Data: 3 febbraio 1999

Compito: calcola la lunghezza della proiezione ortogonale del primo vettore sulla retta passante per il secondo vettore (i vettori sono in \mathbb{R}^n)

Esempio: `proiez([1;3;5],[3;-1;-2])`

Osservazioni: con `◆` `ENTER` si può ottenere un risultato approssimato



```
F1 F2 F3 F4 F5 F6
Control I/O Var Find... Mode
:proiez(a,e)
:Func
:abs(dotP(a,unitU(e)))
:EndFunc
MAIN DEG AUTO FUNC
```