

Software de Cálculo de Estructuras

Manual de uso

# FEM48

Versión 5.3

© C. Lugtmeier

## COPYRIGHT Y GARANTÍA

Todos los archivos de la librería FEM48 tienen el copyright © de Caspar Lugtmeier salvo el Cholesky matrix solver, que tiene copyright © de Gjermund Skailand.

FEM48 es distribuido con la intención de que sea útil, EL POSEEDOR DEL COPYRIGHT LO DISTRIBUYE "TAL CUAL" SIN NINGÚN TIPO DE GARANTÍA, NI EXPRESA NI IMPLÍCITA, INCLUYENDO, PERO NO LIMITADA A, LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZACIÓN Y MODIFICACIÓN PARA USOS PARTICULARES. EN NINGÚN CASO EL POSEEDOR DEL COPYRIGHT SERÁ RESPONSABLE DE DAÑOS INCLUYENDO CUALQUIERA GENERAL, ESPECIAL, ACCIDENTAL O CONSECUENCIA DE UN USO INADECUADO DEL PROGRAMA.

Esta versión de FEM48 es una versión Giftware. Puede usarla tanto tiempo como quiera, pero sólo para uso personal y no comercial. Se permite copiar la biblioteca FEM48 entera, sin modificar, con tal que las copias no estén hechas o distribuidas para la venta (excepto cargos por soporte) y con tal de que se incluya en cada copia este aviso de derechos de autor y descargo de responsabilidad de garantía. Por favor, contacte con el autor para una licencia comercial de uso, la cual puede ser obtenida por un pequeño coste.

Este copyright y descargo de responsabilidad de garantía son aplicables también a FEM49.

## CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN .....	9
2.	COORDENADAS Y UNIDADES.....	14
3.	GUÍA DE USO RÁPIDO .....	15
4.	MÓDULO FEM48.....	18
5.	MÓDULO QUERY .....	37
6.	MÓDULO WIZRD .....	48
7.	MÓDULO PRINT .....	53
8.	MÓDULO MOVLD.....	55
9.	MÓDULO LCASE.....	58
10.	CONSEJOS Y TRUCOS .....	63
11.	MISCELÁNEA .....	66
12.	AUTOR Y CRÉDITOS.....	67
13.	INSTALACIÓN.....	68
14.	HISTORIA DE LAS VERSIONES .....	69

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
1.1	Descripción .....	9
1.2	Método .....	9
1.3	Módulos .....	9
1.3.1	Módulo FEM48.....	9
1.3.2	Módulo QUERY .....	10
1.3.3	Módulo WIZRD .....	10
1.3.4	Módulo PRINT .....	10
1.3.5	Módulo MOULD .....	10
1.3.6	Módulo LCASE .....	10
1.4	Capturas de pantalla .....	10
1.5	Estructura del menú.....	11
<b>2.</b>	<b>COORDENADAS Y UNIDADES.....</b>	<b>14</b>
2.1	Sistemas de coordenadas .....	14
2.2	Unidades .....	14
<b>3.</b>	<b>GUÍA DE USO RÁPIDO .....</b>	<b>15</b>
3.1	Data entry.....	15
3.2	Ejemplo de entrada.....	15
<b>4.</b>	<b>MÓDULO FEM48.....</b>	<b>18</b>
4.1	Descripción .....	18
4.2	Estructura del menú.....	18
4.2.1	Menú de la librería.....	18
4.2.2	Menú FEM.....	18
4.3	Referencia de comandos .....	18
4.3.1	FEM .....	18
4.3.2	CKFEM.....	18
4.3.3	BORRAFEM.....	18
4.3.4	NEWFEM .....	19
4.3.5	OPENFEM.....	19
4.3.6	SAVEFEM.....	19
4.3.7	SINFO .....	19
4.3.8	→FEM .....	19
4.3.9	FEM→ .....	20
4.3.10	→SNAM.....	20
4.3.11	SNAM→ .....	20
4.3.12	PGRS .....	20
4.3.13	NODE .....	20
4.3.14	→NODE .....	21
4.3.15	NODE→ .....	21
4.3.16	PROP .....	21
4.3.17	→PROP .....	21
4.3.18	PROP→ .....	21
4.3.19	MEMB .....	22
4.3.20	→MEMB .....	22
4.3.21	MEMB→ .....	22
4.3.22	SUPP .....	22

4.3.23	→SUPP.....	22
4.3.24	SUPP→.....	23
4.3.25	MREL.....	23
4.3.26	→MREL.....	23
4.3.27	MREL→.....	23
4.3.28	NLF.....	24
4.3.29	→NLF.....	24
4.3.30	NLF→.....	24
4.3.31	NLD.....	24
4.3.32	→NLD.....	25
4.3.33	NLD→.....	25
4.3.34	MLC.....	25
4.3.35	→MLC.....	25
4.3.36	MLC→.....	26
4.3.37	MLX.....	26
4.3.38	→MLX.....	26
4.3.39	MLX→.....	27
4.3.40	MLZ.....	27
4.3.41	→MLZ.....	27
4.3.42	MLZ→.....	28
4.3.43	MLT.....	28
4.3.44	→MLT.....	28
4.3.45	MLT→.....	29
4.3.46	PGLD.....	29
4.3.47	SCALC.....	29
4.3.48	SPLOT.....	29
4.3.49	NDIS.....	29
4.3.50	REAC.....	30
4.3.51	MFOR.....	30
4.3.52	FRAM <sub>i</sub> .....	30
4.3.53	FRAM?.....	31
4.3.54	LCAS <sub>i</sub> .....	31
4.3.55	LCAS?.....	31
4.3.56	FAST <sub>i</sub> .....	31
4.3.57	FAST?.....	31
4.3.58	AV <sub>i</sub> .....	32
4.3.59	AV?.....	32
4.3.60	RND <sub>i</sub> .....	32
4.3.61	RND?.....	32
4.3.62	DFOR <sub>i</sub> .....	32
4.3.63	DFOR?.....	33
4.3.64	SUPP <sub>i</sub> .....	33
4.3.65	SUPP?.....	33
4.3.66	NN <sub>i</sub> .....	33
4.3.67	NN?.....	33
4.3.68	MN <sub>i</sub> .....	34
4.3.69	MN?.....	34
4.3.70	→STK <sub>i</sub> .....	34
4.3.71	→STK?.....	34
4.3.72	BZ <sub>i</sub> .....	34
4.3.73	BZ?.....	34
4.3.74	MATV.....	35

4.3.75	→MATV.....	35
4.3.76	MATV→.....	35
4.3.77	RVAL .....	35
4.3.78	→RVAL .....	35
4.3.79	RVAL→.....	35
4.3.80	MAGN.....	36
4.3.81	→MAGN.....	36
4.3.82	MAGN→.....	36
4.3.83	FBROW.....	36
4.3.84	ABOUTFEM.....	36
<b>5.</b>	<b>MÓDULO QUERY .....</b>	<b>37</b>
5.1	Descripción .....	37
5.2	Estructura del menú.....	37
5.3	Trace mode.....	37
5.4	Signo de los esfuerzos internos y movimientos .....	38
5.5	Fórmulas de la tensión .....	38
5.6	Referencia de comandos .....	38
5.6.1	ABOUTFEMQUERY .....	38
5.6.2	QUERYFEM.....	38
5.6.3	MINFO.....	38
5.6.4	KEYP .....	39
5.6.5	→KEYP .....	39
5.6.6	KEYP→.....	39
5.6.7	NX.....	39
5.6.8	VX.....	39
5.6.9	MX.....	39
5.6.10	UXX.....	40
5.6.11	RYX.....	40
5.6.12	UZX.....	40
5.6.13	NTAB .....	40
5.6.14	VTAB .....	40
5.6.15	MTAB.....	40
5.6.16	UXTAB .....	41
5.6.17	RYTAB .....	41
5.6.18	UZTAB.....	41
5.6.19	NPLT .....	41
5.6.20	VPLT.....	41
5.6.21	MPLT .....	42
5.6.22	UXPLT.....	42
5.6.23	RYPLT.....	42
5.6.24	UZPLT.....	42
5.6.25	AXIS <sub>i</sub> .....	43
5.6.26	AXIS? .....	43
5.6.27	↑M <sub>i</sub> .....	43
5.6.28	↑M? .....	43
5.6.29	TAG <sub>i</sub> .....	43
5.6.30	TAG? .....	43
5.6.31	PROP2.....	43
5.6.32	→PROP2.....	44
5.6.33	PROP2→.....	44
5.6.34	τX .....	44

5.6.35	$\sigma_{TX}$ .....	44
5.6.36	$\sigma_{BX}$ .....	45
5.6.37	$\sigma_{TX}$ .....	45
5.6.38	$\sigma_{BX}$ .....	45
5.6.39	$\tau_{TAB}$ .....	45
5.6.40	$\sigma_{TTAB}$ .....	45
5.6.41	$\sigma_{BTAB}$ .....	45
5.6.42	$\sigma_{TTAB}$ .....	46
5.6.43	$\sigma_{BTAB}$ .....	46
5.6.44	$\tau_{PLT}$ .....	46
5.6.45	$\sigma_{TPLT}$ .....	46
5.6.46	$\sigma_{BPLT}$ .....	47
5.6.47	$\sigma_{TPLT}$ .....	47
5.6.48	$\sigma_{BPLT}$ .....	47
<b>6.</b>	<b>MÓDULO WIZRD .....</b>	<b>48</b>
6.1	Descripción .....	48
6.2	Estructura del menú.....	48
6.3	Referencia de comandos .....	48
6.3.1	ABOUTFEMWIZRD .....	48
6.3.2	WIZRDFEM.....	48
6.3.3	RBEAM .....	48
6.3.4	IBEAM .....	48
6.3.5	BAYFR .....	48
6.3.6	LATTI.....	49
6.3.7	GPROP .....	49
6.3.8	SELFW.....	49
6.3.9	POCAB.....	50
6.3.10	PRCAB.....	50
6.3.11	MLCG.....	50
6.3.12	MLXG .....	51
6.3.13	MLZG.....	52
<b>7.</b>	<b>MÓDULO PRINT .....</b>	<b>53</b>
7.1	Descripción .....	53
7.2	Estructura del menú.....	53
7.3	Referencia de comandos .....	53
7.3.1	ABOUTFEMPRINT .....	53
7.3.2	PRINTFEM .....	53
7.3.3	I\$ .....	53
7.3.4	O\$ .....	53
7.3.5	IO\$ .....	53
7.3.6	PI\$.....	53
7.3.7	PO\$.....	54
7.3.8	PIO\$.....	54
7.3.9	STRV .....	54
7.3.10	→STRV.....	54
7.3.11	STRV→ .....	54
<b>8.</b>	<b>MÓDULO MOVLD.....</b>	<b>55</b>
8.1	Descripción .....	55
8.2	Estructura del menú.....	55

8.3	Referencia de comandos .....	55
8.3.1	ABOUTFEMMOVL	55
8.3.2	MOVL	55
<b>9.</b>	<b>MÓDULO LCASE.....</b>	<b>58</b>
9.1	Descripción .....	58
9.2	Estructura del menú.....	58
9.3	Como usa el módulo LCASE .....	58
9.4	Referencia de comandos .....	58
9.4.1	ABOUTFEMLCASE .....	58
9.4.2	FEM2 .....	58
9.4.3	CASEPRE.....	59
9.4.4	COMBP	59
9.4.5	SCALC2.....	59
9.4.6	CASEPOST .....	59
9.4.7	COMBPOST.....	59
9.4.8	SINFO2 .....	60
9.4.9	PGLD2.....	60
9.4.10	PGRS2.....	60
9.4.11	NEWFEM2.....	60
9.4.12	OPNFEM2 .....	60
9.4.13	SAVEFEM2 .....	60
9.4.14	→FEM2 .....	61
9.4.15	FEM2→ .....	61
9.4.16	→SNAM2 .....	61
9.4.17	SNAM2→ .....	61
9.5	LCASE flowchart.....	62
<b>10.</b>	<b>CONSEJOS Y TRUCOS .....</b>	<b>63</b>
10.1	Cálculos a mano.....	63
10.2	Apoyos no concordantes .....	63
10.3	Estructuras múltiples .....	63
10.4	Errores de ejecución.....	63
10.5	Cargas de temperatura aleatorias.....	63
10.6	Proceso de listas paralelo.....	63
10.7	Programación.....	64
<b>11.</b>	<b>MISCELÁNEA .....</b>	<b>66</b>
11.1	Uso de memoria.....	66
11.2	Velocidad.....	66
11.3	Limitaciones .....	66
<b>12.</b>	<b>AUTOR Y CRÉDITOS.....</b>	<b>67</b>
12.1	Author.....	67
12.2	Créditos .....	67
<b>13.</b>	<b>INSTALACIÓN.....</b>	<b>68</b>
13.1	Instalación .....	68
13.2	Características .....	68
13.3	Estadísticas .....	68
<b>14.</b>	<b>HISTORIA DE LAS VERSIONES .....</b>	<b>69</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción

FEM48 es EL PRINCIPAL SOFTWARE DE ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS para la Hewlett Packard 49G. Es fácil de usar; potencia y capacidad combinados en un sólo programa, no visto en ningún otro software para calculadora, ni comercial ni freeware.

La librería FEM48 utiliza el Método de los Elementos Finitos y está diseñada para su uso en estructuras 2D como: pórticos, celosías y vigas continuas.

#### Características principales

- Instalación por módulos
- Extremadamente fácil de usar gracias a una excelente interfaz
- Soporta pórticos, celosías y vigas continuas
- Estados de carga y combinaciones son posibles
- Análisis de vigas (numérico y/o gráfico)
- Análisis de tensiones (cortante, combinación de flector y axil, Huber-Hencky)
- Los datos se pueden introducir de tres formas (!):
  - Utilizando el asistente para "estructuras estándar"
  - Utilizando formularios de entrada para los datos
  - Ensamblando matrices de datos desde la pila
- Salida de texto (cadenas) con los datos y los resultados
- Dibujo de la estructura (in)deformada mostrando opcionalmente los apoyos, números de nudo y/o barras
- Siete (!) tipos de cargas, incluidas desplazamientos impuestos, temperatura y cargas móviles
- Visor/editor de matrices configurable (escoge tu propio editor p.e. MATRIX o EDITB con Metakernel)
- Visor de textos configurable (p.e. VV, la librería del autor VIEW o EDITB con Metakernel)
- Solver de matrices Cholesky ultrarrápido (en lenguaje ensamblador)
- Enlaces a una base de datos de secciones externa (SED48 v1.2 o posterior)
- Administración de archivos.
- Completamente programable (escriba sus propios programas de post-proceso)

### 1.2 Método

FEM48 usa el método de los desplazamientos para el análisis primario. Los demás valores calculados están derivados de los desplazamientos nodales.

### 1.3 Módulos

FEM48 utiliza una instalación modular. Puede escoger cargar sólo los módulos que necesite. Los módulos disponibles se integran como una sola pieza en la interfaz de FEM48. Debajo se da una pequeña descripción de cada módulo. Vea las secciones que describen el comportamiento de los módulos (4, 5, 6, 7, 8, 9) para más detalles. Cada módulo está disponible en dos versiones<sup>1</sup>, la "estándar" y la "comprimida". Las versiones comprimidas tienen las mismas características que las estándar pero un tamaño más pequeño. Esto es así porque las subrutinas de los módulos han sido comprimidas. Se descomprimen durante el "runtime" (que ralentiza las operaciones un poco). Los módulos estándar y comprimidos se puede juntar y mezclar. Esto le permite usar versiones estándar para los módulos más usados y comprimidos para los menos utilizados.

#### 1.3.1 Módulo FEM48

Este es el módulo principal que debe estar siempre instalado. Proporciona la manera de introducir y editar los datos de la estructura, las rutinas de dibujo y el gestor de archivos. El cálculo da un Análisis de Elementos Finitos por lo que sólo se calculan los datos en los nudos. Para análisis de vigas necesita el módulo QUERY (ver abajo).

---

<sup>1</sup> Los módulos comprimidos no están disponibles para la HP49G.

## 1.3.2 Módulo QUERY

Este módulo es opcional y permite el análisis de vigas. En el/los miembros a estudiar se puede elegir después una salida numérica o gráfica del esfuerzos axil, cortante, momento flector, giros y desplazamientos en cualquier punto de la barra.

## 1.3.3 Módulo WIZRD

Este módulo es opcional y proporciona un asistente para la entrada de la geometría y de las propiedades estándar. Se proporciona un enlace a SED48, una base de datos de ingeniería civil realizada por el autor de FEM48.

## 1.3.4 Módulo PRINT

Este módulo es optativo y da órdenes para una fácil visualización e impresión<sup>2</sup> de la entrada y la salida de FEM48.

## 1.3.5 Módulo MOVLD

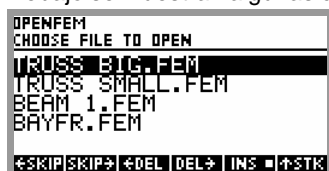
Este módulo es opcional y da comandos para generar cargas que se trasladan a lo largo de miembros seleccionados de la estructura.

## 1.3.6 Módulo LCASE

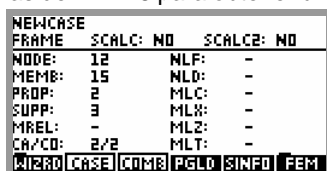
Este módulo es optativo y da comandos para el manejo de estados y combinaciones de carga.

## 1.4 Capturas de pantalla

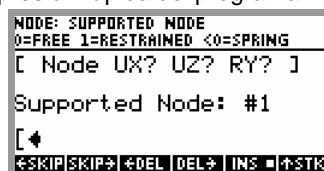
Debajo se muestran algunas capturas de FEM48 para obtener una impresión rápida del programa.



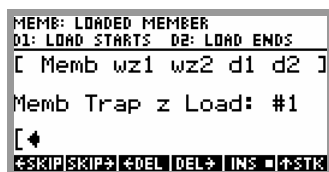
Administración de archivos



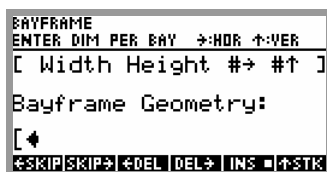
Información de la estructura



Formulario de entrada de apoyos



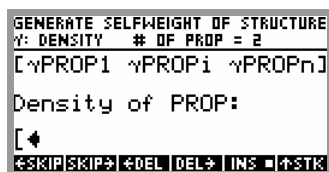
Entrada de cargas trapezoidales



Entrada de estructuras porticadas



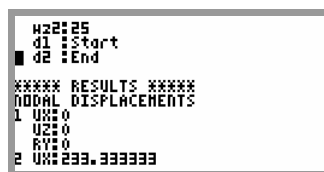
Asistente para propiedades



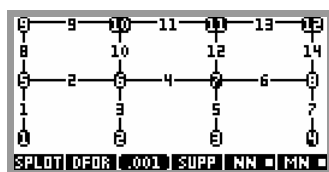
Generador de peso propio



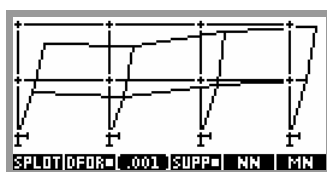
Asistente para comb. de cargas



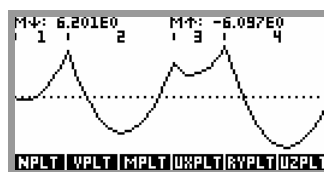
Cadena con los resultados



Dibujo de la estructura



Dibujo de la deformada



Dibujo de la ley de fletores

<sup>2</sup> Si se tiene una impresora HP. Esto es fácil cuando se utiliza FEM48 en un emulador, permite copiar y pegar las salidas de datos a un editor de textos para PC.

## 1.5 Estructura del menú

Debajo se muestra la estructura completa del menú FEM48 y sus módulos. Note que la mayoría de las teclas tienen función en los tres planos. Todas las acciones se indican junto con: **sin shift / shift-izdo. / shift-dcho.**

### Menú FEM

Fila 1

#### LCASE inactivo

```
FILE
INPUT
SCALC / MOVLD
RESULT
PLOT
SINFO
FILE INPUT SCALC RESULT PLOT SINFO
```

#### LCASE activo

```
FILE
INPUT
SCALC2 / MOVLD
RESULT
PLOT
SINFO2
FILE INPUT SCALC2 RESULT PLOT SINFO2
```

Fila 2

```
LCASE / LCAS? / LCAS?
FAST / FAST? / FAST?
RND / RND? / RND?
RVAL / →RVAL / RVAL→
AV / AV? / AV?
MATV / →MATV / MATV→
LCASE FAST RND 6 AV -
```

```
LCASE / LCAS? / LCAS?
FAST / FAST? / FAST?
RND / RND? / RND?
RVAL / →RVAL / RVAL→
AV / AV? / AV?
MATV / →MATV / MATV→
LCAS FAST RND 6 AV -
```

### Menú FILE

Fila 1

#### LCASE inactivo

```
NEWFEM
OPENFEM
SAVEFEM
BZ / BZ? / BZ?
PGRS
SINFO
NEWF OPEN SAVED BZ PGRS SINFO
```

#### LCASE activo

```
NEWFEM2
OPENFEM2
SAVEFEM2
BZ / BZ? / BZ?
PGRS2
SINFO2
NEWF OPEN SAVED BZ PGRS SINFO
```

Fila 2

```
→FEM
FEM→
→SNAM
SNAM→
FEM
→FEM FEM→ →SNAM SNAM FEM
```

```
→FEM2
FEM2→
→SNAM2
SNAM2→
FEM
→FEM FEM2 →SNAM SNAM FEM
```

### Menú INPUT

Fila 1

#### LCASE inactivo

```
NODE / →NODE / NODE→
MEMB / →MEMB / MEMB→
PROP / →PROP / PROP→
SUPP / →SUPP / SUPP→
MREL / →MREL / MREL→
FRAME / FRAM? / FRAM?
NODE MEMB PROP SUPP MREL FRAM
```

#### LCASE activo

```
NODE / →NODE / NODE→
MEMB / →MEMB / MEMB→
PROP / →PROP / PROP→
SUPP / →SUPP / SUPP→
MREL / →MREL / MREL→
FRAME / FRAM? / FRAM?
NODE MEMB PROP SUPP MREL FRAM
```

Fila 2

```
NLF / →NLF / NLF→
NLD / →NLD / NLD→
MLC / →MLC / MLC→
MLX / →MLX / MLX→
MLZ / →MLZ / MLZ→
MLT / →MLT / MLT→
NLF NLD MLC MLX MLZ MLT
```

```
NLF / →NLF / NLF→
NLD / →NLD / NLD→
MLC / →MLC / MLC→
MLX / →MLX / MLX→
MLZ / →MLZ / MLZ→
MLT / →MLT / MLT→
NLF NLD MLC MLX MLZ MLT
```

Fila 3

```
WIZRD
PGLD
AV / AV? / AV?
SINFO
FEM
WIZRD PGLD AV SINFO FEM
```

```
WIZRD
CASEPRE
COMBP
PGLD2
SINFO2
FEM
WIZRD CASE COMB PGLD SINFO FEM
```

## Menú WIZRD

Fila 1

### LCASE inactivo

```
Beam w. equal spans
Beam w. unequal spans
Bay frame
Lattice
GPROP / +PROP / PROP+
Selfweight generator
```

### LCASE activo

```
Beam w. equal spans
Beam w. unequal spans
Bay frame
Lattice
GPROP / +PROP / PROP+
Selfweight generator
```

Fila 2

```
Post-stressing cable
Pre-stressing cable
MLCG global system
MLXG global system
MLZG global system
SINFO
```

```
Post-stressing cable
Pre-stressing cable
MLCG global system
MLXG global system
MLZG global system
SINFO2
```

Fila 3

```
PGLD
AV / AV¿ / AV?
```

INPUT

```
PGLD2
AV / AV¿ / AV?
```

INPUT

## Menú RESULT

Fila 1

### LCASE inactivo

```
QUERY
PRINT
NDIS
REAC
MFOR
SINFO
```

### LCASE activo

```
CASEPOST
COMBPOST
NDIS
REAC
MFOR
SINFO2
```

Fila 2

```
RND / RND¿ / RND?
RVAL / +RVAL / RVAL+
AV / AV¿ / AV?
```

FEM

```
QUERY
PRINT
RND / RND¿ / RND?
RVAL / +RVAL / RVAL+
AV / AV¿ / AV?
```

FEM

## Menú QUERY

Fila 1

### LCASE inactivo

```
NPLT / NX / NTAB
VPLT / VX / VTAB
MPLT / MX / MTAB
UXPLT / UXX / UXTAB
RYPLT / RYX / RYTAB
UZPLT / UZX / UZTAB
```

### LCASE activo

```
NPLT / NX / NTAB
VPLT / VX / VTAB
MPLT / MX / MTAB
UXPLT / UXX / UXTAB
RYPLT / RYX / RYTAB
UZPLT / UZX / UZTAB
```

Fila 2

```
PROP2 / +PROP2 / PROP2+
τPLT / τX / τTAB
σTPLT / σTX / σTTAB
σBPLT / σBX / σBTAB
σITPLT / σITX / σITTAB
σIBPLT / σIBX / σIBTAB
```

```
PROP2 / +PROP2 / PROP2+
τPLT / τX / τTAB
σTPLT / σTX / σTTAB
σBPLT / σBX / σBTAB
σITPLT / σITX / σITTAB
σIBPLT / σIBX / σIBTAB
```

Fila 3

```
MINFO
SINFO
KEYP / +KEYP / KEYP+
AXIS / AXIS¿ / AXIS?
↑M / ↑M¿ / ↑M?
MN / MN¿ / MN?
```

```
MINFO
SINFO2
KEYP / +KEYP / KEYP+
AXIS / AXIS¿ / AXIS?
↑M / ↑M¿ / ↑M?
MN / MN¿ / MN?
```

Fila 4

```
RND / RND¿ / RND?
RVAL / +RVAL / RVAL+
AV / AV¿ / AV?
TAG / TAG¿ / TAG?
+STK / +STK¿ / +STK?
```

RESULT

```
RND / RND¿ / RND?
RVAL / +RVAL / RVAL+
AV / AV¿ / AV?
TAG / TAG¿ / TAG?
+STK / +STK¿ / +STK?
```

RESULT

Menú PRINT

Fila 1

LCASE inactivo

I\$  
O\$  
IO\$  
PI\$  
PO\$  
PIO\$

I\$O\$IO\$PI\$PO\$PIO\$

LCASE activo

I\$  
O\$  
IO\$  
PI\$  
PO\$  
PIO\$

I\$O\$IO\$PI\$PO\$PIO\$

Fila 2

RND / RND¿ / RND?  
RVAL / →RVAL / RVAL→  
AV / AV¿ / AV?  
STRV / →STRV / STRV→  
SINFO  
RESULT

RND 6 AV - SINFO RESULT

RND / RND¿ / RND?  
RVAL / →RVAL / RVAL→  
AV / AV¿ / AV?  
STRV / →STRV / STRV→  
SINFO2  
RESULT

RND 6 AV - SINFO RESULT

Menú PLOT

Fila 1

LCASE inactivo

SPLIT  
DFOR / DFOR¿ / DFOR?  
MAGN / →MAGN / MAGN→  
SUPP / SUPP¿ / SUPP?  
NN / NN¿ / NN?  
MN / MN¿ / MN?

SPLITDFOR 1000SUPPNN MN

LCASE activo

CASEPOST  
COMBPOST  
SPLIT  
DFOR / DFOR¿ / DFOR?  
MAGN / →MAGN / MAGN→  
SINFO2

CASECOMBSPLITDFOR 1000SINFO

Fila 2

→STK / →STK¿ / →STK?  
SINFO

FEM

→STK SINFO FEM

SUPP / SUPP¿ / SUPP?  
NN / NN¿ / NN?  
MN / MN¿ / MN?  
→STK / →STK¿ / →STK?

FEM

SUPPNN MN →STK FEM

## 2. COORDENADAS Y UNIDADES

### 2.1 Sistemas de coordenadas

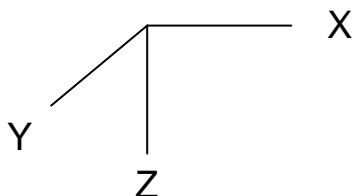
FEM48 usa un sistema de coordenadas X-Y-Z que sigue la regla de la mano derecha, donde la dirección X positiva es hacia la derecha y la Z positiva es hacia abajo. Fíjese que hay dos sistemas de coordenadas: El sistema de coordenadas global y el sistema de coordenadas local.

El sistema de coordenadas global se usa para introducir las coordenadas de los nodos. Se usa también para introducir cargas en nodos y calcular los desplazamientos de los mismos.

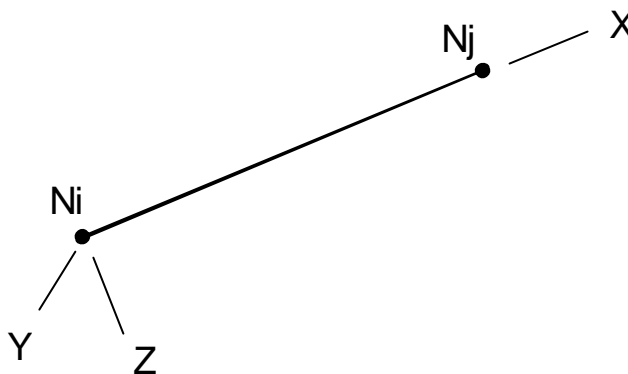
El sistema de coordenadas local de un miembro está definido por la localización del nudo inicial ( $N_i$ ) y el nudo final ( $N_j$ ) de la barra. Se usa para introducir cargas sobre las barras y calcular los esfuerzos en extremos de barra.

Note que las cargas positivas, las reacciones y los desplazamientos también siguen estos sistemas de coordenadas.

*Sistema de coordenadas globales:*



*Sistema de coordenadas locales:*



### 2.2 Unidades

Como la HP48 no soporta unidades dentro de las matrices hay que ser cuidadoso con las unidades usadas. Deben ser coherentes para obtener resultados correctos. Por ejemplo, Si se usa el metro como unidad de longitud y KN para la fuerza, entonces se debe usar el metro cuadrado como la unidad para el área y KN metro como la unidad para el momento etc.

### 3. GUÍA DE USO RÁPIDO

#### 3.1 Data entry

Hay tres formas de introducir los datos con FEM48:

1. Utilizando los formularios de entrada.
2. Ensamblando sus propias matrices de datos y guardándolas con los comandos.
3. Utilizando los asistentes de geometría, propiedades y cargas del módulo WIZRD.

Abajo sólo se emplea el primer método, eche un vistazo a la referencia de comandos de los módulos para más información sobre las otras dos maneras. El modo LCASE no está activo durante este ejemplo.

#### 3.2 Ejemplo de entrada

Nota: Se suponen unos conocimientos generales sobre la HP49. Sólo se trata el módulo FEM48.

Por favor, mire la referencia de comandos (4.3, 5.5, 6.3, 7.3, 8.3, 9.4) para más detalles.

- Ejecute el comando FEM (4.3.1)  
*Ahora tiene acceso a todas las órdenes con una interfaz fácil de usar.*

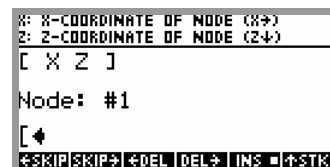


- Vaya al menú de ENTRADA (INPUT)  
*Aquí todos los datos de estructura y de carga pueden ser introducidos y/o revisados. Presionando una tecla del menú de entrada sin shift se entra en un formulario de introducción de datos, con shift izquierda almacenan datos de la pila y con shift derecha se mandan los datos a la pila (dependiendo del estado del AV¿ (4.3.58)).*



Acerca de los avisos del inputline decir lo siguiente: La tecla [ENTER] confirma los datos y manda a la siguiente línea de entrada, la tecla [ON] finaliza la entrada y 1) salva (sobrescribe) los datos de la estructura actual o 2) cancela la entrada si ningún dato ha sido aún confirmado con [ENTER]. Vea la referencia de comandos de cada módulo para las órdenes con las cuales usted puede revisar datos o puede introducir datos directamente de la pila.

- Introduzca los nodos con la orden NODE (4.3.13).  
*El sistema de coordenadas es:  $X \rightarrow$  y  $Z \downarrow$ .*
- Introduzca los miembros con la orden MEMB (4.3.19).  
*Cada miembro tiene una referencia a PROP, ver debajo.*



- Introduzca las propiedades del miembro con el comando PROP (4.3.16).

```

NI/NJ: START/END NODE OF MEMBER
PROPERTY: TYPE OF CROSS-SECTION
[ Ni Nj Property ]
Member: #1
[ *
*SKIP*SKIP* *DEL DEL* INS * *STK

```

- Introduzca los apoyos con el comando SUPP (4.3.22).

*También se pueden introducir muelles, tan sólo introduzca su constante como un número negativo.*

```

IY: MOMENT OF INERTIA
EMOD: MODULUS OF ELASTICITY
[ Area Iy Emod ]
Property: #1
[ *
*SKIP*SKIP* *DEL DEL* INS * *STK

```

- Introduzca una o varias cargas con los comandos:

- NLF (4.3.28)

*Carga en nudo (sistema global).*

```

NODE: SUPPORTED NODE
0=FREE 1=RESTRAINED <0=SPRING
[ Node UX? UZ? RY? ]
Supported Node: #1
[ *
*SKIP*SKIP* *DEL DEL* INS * *STK

```

- NLD (4.3.31)

*Nodal displacement load (global system).*

```

NODE: LOADED NODE
FX FZ MY: FORCE LOADS
[ Node FX FZ MY ]
Nodal Force Load: #1
[ *
*SKIP*SKIP* *DEL DEL* INS * *STK

```

- MLC (4.3.34)

*Desplazamientos impuestos en nudos (sistema global).*

```

NODE: DISPLACED NODE
UX UZ RY: DISPLACEMENT LOADS
[ Node UX UZ RY ]
Nodal Displ Load: #1
[ *
*SKIP*SKIP* *DEL DEL* INS * *STK

```

- MLX (4.3.37)

*Carga axial trapezoidalmente repartida (sistema local). Para carga uniforme wx1 = wx2.*

```

MEMB: LOADED MEMBER
D: DISTANCE FROM NI
[ Memb Fx Fz My d ]
Memb Conc Load: #1
[ *
*SKIP*SKIP* *DEL DEL* INS * *STK

```

```

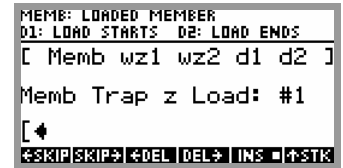
MEMB: LOADED MEMBER
D1: LOAD STARTS D2: LOAD ENDS
[ Memb wx1 wx2 d1 d2 ]
Memb Trap x Load: #1
[ *
*SKIP*SKIP* *DEL DEL* INS * *STK

```



- MLZ (4.3.40)

Carga transversal trapezoidalmente repartida (sistema local). Para carga uniforme  $wx1 = wx2.wx2$ .

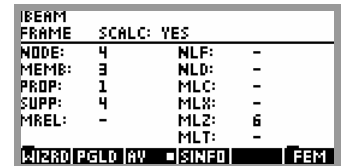


- MLT (4.3.43)

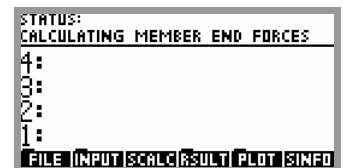
Cargas de temperatura.  $T_{axi}$  produce tensión/deformación axial,  $T_{dif}$  produce curvatura y momentos.



- Escoja el tipo deseado de estructura (Pórtico o celosía) con la tecla FRAME en la 1ª fila del menú, o use el comando FRAM¿ (4.3.52). Por defecto se encuentra en FRAME.
- Compruebe los datos introducidos con el comando SINFO (4.3.7)



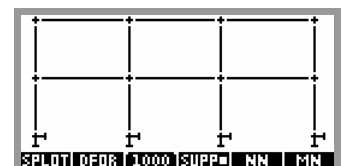
- Vuelva al menú FEM y realice el cálculo con la orden SCALC (4.3.47).



- Vaya al menú RESULT.



- Visualice los resultados del cálculo con uno o más de los siguientes comandos:
  - NDIS (4.3.49)  
*Desplazamientos nodales (sistema global)*
  - REAC (4.3.50)  
*Reacciones en los apoyos (sistema global)*
  - MFOR (4.3.51)  
*Esfuerzos en extremos de barra (sistema local)*
- Vuelva al menú FEM, vaya al menú de PLOT y use la orden SPLOT (4.3.48) para dibujar la estructura.  
*También se puede hacer antes del cálculo como comprobación de la geometría.*



- Cuando el cálculo principal esté acabado, usted puede realizar análisis de las barras con el módulo QUERY, mostrar los datos como una lista, imprimirlos con el módulo PRINT, etc.

## 4. MÓDULO FEM48

### 4.1 Descripción

El FEM48 es el módulo principal de la biblioteca FEM48. Este módulo tiene que ser instalado<sup>3</sup> para usar otros módulos ya que usan subrutinas del módulo del FEM48.

El módulo FEM48 proporciona las herramientas básicas para el análisis de estructura como la administración de archivos, introducción y edición de datos, el cálculo de la estructura y los comandos de dibujo.

### 4.2 Estructura del menú

#### 4.2.1 Menú de la librería

Después de mostrar el menú de la librería (SD 2) y presionar la tecla de la librería FEM48 verá el menú de la misma. Todas las órdenes del módulo del FEM48 son programables y son accesibles desde el menú de la librería. Sin embargo, ésta no es la mejor interfaz posible para el uso fácil de FEM48. Por eso el menú FEM se ha hecho accesible a través del comando FEM.

#### 4.2.2 Menú FEM

El menú FEM, accesible con el comando FEM proporciona una interfaz muy sencilla para usar FEM48. Todas las órdenes del módulo FEM48<sup>4</sup> y de los módulos QUERY, WIZRD, PRINT, MOVLD y LCASE son accesibles a través de este menú. Busque en 1.5 para una descripción completa del menú de todos los módulos FEM48.

### 4.3 Referencia de comandos

#### 4.3.1 FEM

Muestra el menú FEM.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

#### Comentario:

Cuando la opción LCAS<sub>i</sub> (4.3.54) está activada y el módulo LCASE (9) está instalado llama al comando FEM2 (9.4.2) del módulo LCASE. Sugerencia de tecla de acceso personal: 73.3 (RS 5)

#### 4.3.2 CKFEM

Muestra los módulos de FEM49 instalados y su número de versión.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

#### Comentario:

Todos los módulos deben ser la misma versión que el módulo principal FEM48 o serán deshabilitados (incluyendo la programación). Este comando sólo es accesible desde el menú de la librería FEM48.

#### 4.3.3 ERASEFEM

Borra todos los archivos del directorio oculto<sup>5</sup> tras pedir confirmación.

<sup>3</sup> A excepción de los comandos CKFEM, ERASEFEM y FBROW.

<sup>4</sup> A excepción de los comandos CKFEM, ERASEFEM y FBROW.

<sup>5</sup> Un subdirectorio sin nombre y oculto de HOME.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Se perderán todos los datos no guardados como archivo. Accesible únicamente desde el menú de FEM48.

## 4.3.4 NEWFEM

Crea un análisis de Elementos Finitos nuevo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Si el análisis actual no está vacío se le preguntará si desea salvarlo antes de ser sobrescrito por el nuevo análisis de la estructura.

## 4.3.5 OPENFEM

Abre un análisis salvado anteriormente. Puede elegir el archivo con un explorador parecido al de la HP48. El explorador OPENFEM es mucho más rápido.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Si el análisis actual no está vacío se le preguntará si desea salvarlo antes de abrir el análisis nuevo. OPENFEM OPENFEM buscara archivos con la extensión FEM (p.e. Truss.FEM) en el directorio actual.

## 4.3.6 SAVEFEM

Guarda el análisis actual como un archivo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

La extensión FEM se añade automáticamente. El análisis se guarda en el directorio actual como un objeto de Datos del Librería. Nombres ilegales (p.e. Truss Big) están permitidos. Se puede ahorrar memoria si BZ está instalado en su HP49. Los archivos se comprimirán con BZ antes de guardarse si la opción BZ está activada ( con BZ<sub>i</sub> (4.3.72) ). Se puede ahorrar más espacio borrando los resultados del cálculo con el comando PGRS (4.3.12) antes de salvar el archivo. En este caso tendrá que recalcular la estructura después de abrir de nuevo el archivo.

## 4.3.7 SINFO

Muestra información sobre la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

También muestra entradas erróneas o indefinidas (pero necesarias).

## 4.3.8 →FEM

Almacena un archivo FEM como la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
Library Data	→	
0	→	

sobrescribe la estructura actual

borra la estructura actual

**Comentario:**

Diseñado para el uso programable. Sobrescribe o borra la estructura actual. Valida los Library Data.

## 4.3.9 FEM→

Llama (a la pila) la estructura actual como un objeto Library Data.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	Library Data

**Comentario:**

Diseñado para la programación.

## 4.3.10 →SNAM

Guarda una cadena como el nombre de la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
"string"	→	

**Comentario:**

Diseñado para la programación.

## 4.3.11 SNAM→

Llama (a la pila) la cadena de nombre de la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"

**Comentario:**

Diseñado para la programación.

## 4.3.12 PGRS

Borra los resultados del cálculo de la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Puede utilizarse para ahorrar memoria cuando se salvan los archivos, ver SAVEFEM (4.3.6). Este comando funciona sin confirmación. Sin embargo, pide confirmación cuando es ejecutado desde el menú FEM (4.3.1). La versión programable de la orden con shift izquierdo disponible en el menú FEM.

## 4.3.13 NODE

Comienza el formulario de entrada para las coordenadas X y Z de los nudos.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa al siguiente nudo, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER].

## 4.3.14 →NODE

Almacena la matriz de coordenadas X y Z.

Nivel 1	→	Nivel 1	
[[ matrix ]] $n \times 2$	→		sobrescribe
0	→		borra

**Comentario:**

La columna 1 contiene las coordenadas X y la fila 2 las Z, ver también 2.1. La fila 1 contiene el nudo 1, la fila 2 el nudo 2, etc.

## 4.3.15 NODE→

Llama (a la pila) la matriz de coordenadas X y Z.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matrix ]] $n \times 2$	definida y $AV_i$ (4.3.58) desact.
	→	unknown	definida y $AV_i$ activado
	→	0	sin definir

**Comentario:**

Ver 4.3.14.

## 4.3.16 PROP

Comienza el formulario de entrada para las propiedades de las barras .

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa a la siguiente propiedad, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER].

## 4.3.17 →PROP

Almacena la matriz de propiedades .

Nivel 1	→	Nivel 1	
[[ matrix ]] $n \times 3$	→		sobrescribe
0	→		borra

**Comentario:**

La columna 1 contiene el área de la sección, la 2 la inercia de la sección y la 3 contiene el módulo de elasticidad E. La fila 1 contiene las propiedades 1, la fila 2 las 2, etc.

## 4.3.18 PROP→

Llama (a la pila) la matriz de propiedades .

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matrix ]] $n \times 3$	definida y $AV_i$ (4.3.58) desact.
	→	unknown	definida y $AV_i$ activado
	→	0	sin definir

**Comentario:**

Ver 4.3.17.

## 4.3.19 MEMB

Comienza el formulario de entrada para las barras y la referencia al número de propiedades .

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa a la siguiente barra, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER].

## 4.3.20 →MEMB

Almacena la matriz de barras .

Nivel 1	→	Nivel 1	
[[ matrix ]] $n \times 3$	→		sobrescribe
0	→		borra

**Comentario:**

La columna 1 contiene los nudos iniciales  $N_i$ , la columna 2 contiene los nudos finales  $N_j$  y la 3 la referencia a las propiedades. La fila 1 es la barra 1, fila 2 barra 2, etc.

## 4.3.21 MEMB→

Llama (a la pila) la matriz de barras .

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matrix ]] $n \times 3$	definida y $AV_i$ (4.3.58) desact.
	→	unknown	definida y $AV_i$ activado
	→	0	sin definir

**Comentario:**

Ver 4.3.20.

## 4.3.22 SUPP

Comienza el formulario para la introducción de apoyos y sus restricciones .

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa al siguiente apoyo, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER].

Un valor de 0 para el grado de libertad significa movimiento permitido, un valor de 1 movimiento impedido.

Los apoyos elásticos se introducen con un número negativo. El valor absoluto del número de la constante del muelle. Los muelles en el giro se introducen en momento por radián.

## 4.3.23 →SUPP

Almacena la matriz de apoyos.

Nivel 1	→	Nivel 1	
[[ matrix ]] $n \times 4$	→		sobrescribe
0	→		borra

**Comentario:**

La columna 1 contiene el nudo en el que se encuentra el apoyo  $N_i$ , la 2 la restricción en X, la 3 la restricción en Z y la 4 contiene la restricción en Y. La fila1 es el apoyo1, la 2 el apoyo 2, etc. Ver también 4.3.22.

## 4.3.24 SUPP→

Llama (a la pila) la matriz de apoyos.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matrix ]] $n \times 4$	definida y $AV_i$ (4.3.58) desact.
	→	unknown	definida y $AV_i$ activado
	→	0	sin definir

**Comentario:**

Ver 4.3.22 y 4.3.23.

## 4.3.25 MREL

Comieza el formulario de entrada para liberar el giro (rótulas en extremos de barra).

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa al siguiente nudo, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER].

Al contrario que las versiones anteriores de FEM48, las barras con rótula en el extremo pueden cargarse.

Sin embargo, el módulo QUERY no puede calcular flechas y giros en las barras mixtas o articuladas que tengan una rótula en el nudo inicial  $N_i$ . Así pues, si sólo necesita una rótula es mejor dar un sentido de avance a la barra que deje a la rótula en el nudo final  $N_j$ .

Dése cuenta de que un nudo debe estar empotrado al menos a una barra, de no ser así la estructura no podría resolverse (el nudo giraría indefinidamente, esto se podría resolver imponiendo una ligadura a la rotación<sup>6</sup> pero es preferible dejarlo empotrado a una barra).

## 4.3.26 →MREL

Almacena la matriz de liberación de giros (rótulas en extremos de barra).

Nivel 1	→	Nivel 1	
[[ matrix ]] $n \times 3$	→		sobrescribe
0	→		borra

**Comentario:**

La columna 1 contiene la barra con rótula(s), la 2 el estado del extremo inicial (0=sin rótula o empotrado a  $N_i$ , 1=rótula o con giro libre en  $N_i$ ) y la columna 3 el estado el extremo final (0=sin rótula o empotrado a  $N_j$ , 1=rótula o giro libre en  $N_j$ ). Si la barra tiene el giro libre en el inicio y en el final (dos rótulas) se convierte en un elemento de celosía que sólo estará sometido a esfuerzos de tracción o compresión. La fila 1 es la barra con rótula(s) 1, la 2 la barra con rótula(s) 2, etc. Ver también 4.3.25.

## 4.3.27 MREL→

Llama (a la pila) la matriz de liberación de giros (rótulas en extremos de barras).

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matrix ]] $n \times 3$	definida y $AV_i$ (4.3.58) desact.
	→	unknown	definida y $AV_i$ activado
	→	0	sin definir

<sup>6</sup> Información interna: Esta es la forma en que se resuelven las celosías. Éstas usan una matriz de rigidez diferente (sólo rigidez axial) así que el giro de los nudos está inicialmente permitido. Esto se resuelve dando internamente a cada nudo una restricción al giro. Cuando vea los desplazamientos nodales se dará cuenta de que los giros en éstos son cero.

### Comentario:

Ver 4.3.25 y 4.3.26.

### 4.3.28 NLF

Comienza el formulario de entrada para las cargas en nudos .

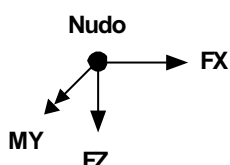
Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

### Comentario:

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa al siguiente nudo, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER].

Las cargas en nudos se introducen en el sistema de coordenadas global. Se permiten varias cargas en un nudo.

Debajo se muestran las direcciones positivas :



### 4.3.29 →NLF

Almacena la matriz de cargas en nudos .

Nivel 1	→	Nivel 1	
[[ matrix ]] n x 4	→		sobrescribe
0	→		borra

### Comentario:

La columna 1 contiene el nudo cargado, la 2 la carga en X, la 3 la carga en Z y la columna 4 contiene la carga en Y (Momento). La fila 1 es la carga en nudo 1, la 2 la carga en nudo 2, etc. Ver también 4.3.28.

### 4.3.30 NLF→

Llama (a la pila) la matriz de cargas en nudos .

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matrix ]] n x 4	definida y $AV_i$ (4.3.58) desact.
	→	unknown	definida y $AV_i$ activado
	→	0	sin definir

### Comentario:

Ver 4.3.28 y 4.3.29.

### 4.3.31 NLD

Comienza el formulario de entrada para los desplazamientos impuestos (los giros deben estar en radianes).

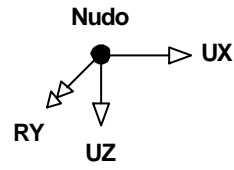
Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

### Comentario:

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa al siguiente nudo, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER].

Los desplazamientos impuestos se introducen en el sistema global. Se permiten varios desplazamientos por nudo, pero sólo si el grado de libertad coaccionado es diferente para cada estado. NLD anula los apoyos definidos. Así pues, para anular un apoyo tan sólo cárguelo con NLD. Al contrario que con FEM48 versión 4.2, no es necesario liberar el grado de libertad que está cargado con NLD. Debajo se muestran las direcciones positivas:





4.3.32 →NLD

Almacena la matriz de desplazamientos impuestos .

Nivel 1	→	Nivel 1	sobrescribe borra
[[ matrix ]] $n \times 4$	→		
0	→		

Comentario:

La columna 1 contiene el nudo cargado, la 2 el movimiento en X, la 3 el movimiento en Z y la cuatro el movimiento en Y (giro en radianes). LA fila 1 son los desplazamientos 1, la 2 los desplazamientos del segundo nudo, etc. Ver también 4.3.31.

4.3.33 NLD→

Llama (a la pila) la matriz de desplazamientos impuestos .

Nivel 1	→	Nivel 1	definida y $AV_{\zeta}$ (4.3.58) desact. definida y $AV_{\zeta}$ activado sin definir
	→	[[ matrix ]] $n \times 4$	
	→	unknown	
	→	0	

Comentario:

Ver 4.3.31 y 4.3.32.

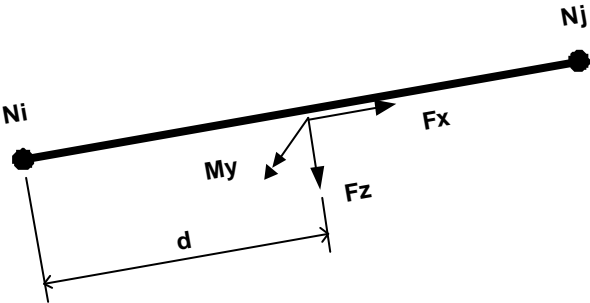
4.3.34 MLC

Comienza el formulario de entrada para cargas concentradas en barras (ejes locales).

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

Comentario:

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa al siguiente nudo, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER]. Las cargas en barras se introducen en el sistema de coordenadas local. Se permiten varias cargas concentradas . Debajo se muestran las direcciones positivas :



4.3.35 →MLC

Almacena la matriz de cargas concentradas (en ejes locales).

Nivel 1	→	Nivel 1	
[[ matrix ]] $n \times 5$	→		sobrescribe
0	→		borra

**Comentario:**

La columna 1 contiene la barra con carga, la 2 contiene la carga en X, la 3 la carga en Z, la columna 4 es el momento y la columna 5 contienen la distancia de la(s) carga(s) desde el nudo inicial  $N_i$ . La fila 1 es la carga concentrada en barra 1, la 2 la carga concentrada 2 etc. Ver también 4.3.34 y 6.3.11.

## 4.3.36 MLC→

Llama (a la pila) la matriz de cargas concentradas en barras. (ejes locales).

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matrix ]] $n \times 5$	definida y $AV_i$ (4.3.58) desact.
	→	unknown	definida y $AV_i$ activado
	→	0	sin definir

**Comentario:**

Ver 4.3.34, 4.3.35 y 6.3.11.

## 4.3.37 MLX

Comienza el formulario de entrada para cargas axiles trapezoidalmente repartidas (dirección x local).

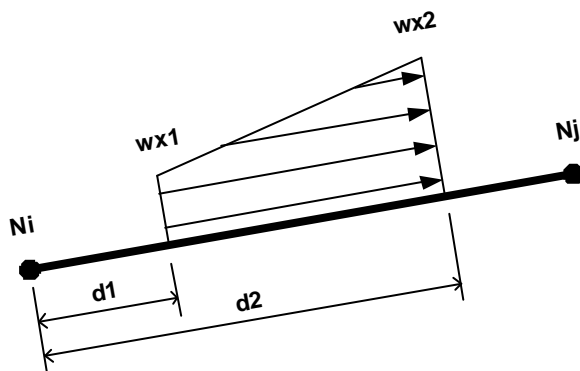
Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa al siguiente nudo, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER].

Las cargas en barras se introducen en el sistema de coordenadas local. Se permiten varias cargas repartidas.

Debajo se muestran las direcciones positivas :



## 4.3.38 →MLX

Almacena la matriz de cargas axiles trapezoidalmente repartidas (dirección x local).

Nivel 1	→	Nivel 1	
[[ matrix ]] $n \times 5$	→		sobrescribe
0	→		borra

Comentario:

La columna 1 contiene la barra con carga, la 2 el valor inicial de la carga wx1, la 3 contiene el valor final de la carga wx2, la columna 4 contiene la distancia del comienzo de la carga d1 desde el nudo Ni y la columna 5 contiene la distancia del final de la carga d2 desde el nudo de comienzo Ni. Nótese que cuando la carga termine en el nudo Nj se puede poner 0 para d2. Esto evita calcular la longitud de barras inclinadas. La fila 1 representa la carga trapezoidalmente distribuida 1, la 2 la carga 2 etc. Ver también 4.3.37 and 6.3.12.

4.3.39 MLX→

Llama (a la pila) la matriz de cargas axiles trapezoidalmente repartidas (dirección x local).

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matrix ]] n x 5	definida y AV <sub>¿</sub> (4.3.58) desact.
	→	unknown	definida y AV <sub>¿</sub> activado
	→	0	sin definir

Comentario:

Ver 4.3.37, 4.3.38 y 6.3.12.

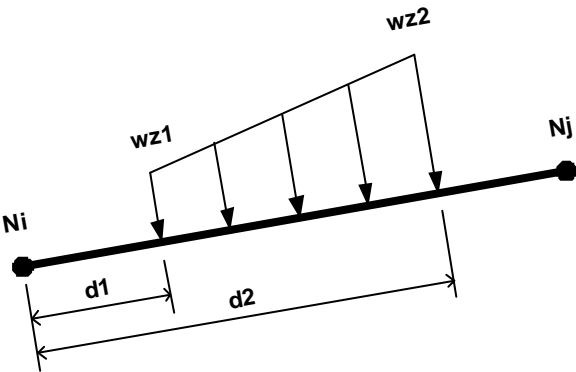
4.3.40 MLZ

Comienza el formulario de entrada para cargas trapezoidalmente repartidas (dirección z local).

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

Comentario:

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa al siguiente nudo, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER]. Las cargas en barras se introducen en el sistema de coordenadas local. Se permiten varias cargas repartidas. Debajo se muestran las direcciones positivas :



4.3.41 →MLZ

Almacena la matriz de cargas trapezoidalmente repartidas (dirección z local).

Nivel 1	→	Nivel 1	
[[ matrix ]] n x 5	→		sobrescribe
0	→		borra

Comentario:

La columna 1 contiene la barra con carga, la 2 el valor inicial de la carga wx1, la 3 contiene el valor final de la carga wx2, la columna 4 contiene la distancia del comienzo de la carga d1 desde el nudo Ni y la columna 5 contiene la distancia del final de la carga d2 desde el nudo de comienzo Ni. Nótese que cuando la carga termine en el nudo Nj

se puede poner 0 para d2. Esto evita calcular la longitud de barras inclinadas. La fla 1 representa la carga trapezoidalmente distribuida 1, la 2 la carga 2 etc. Ver también 4.3.40 y 6.3.13.

4.3.42 MLZ→

Llama (a la pila) la matriz de cargas trapezoidalmente repartidas (dirección z local).

Nivel 1	→	Nivel 1	definida y AV <sub>z</sub> (4.3.58) desact. definida y AV <sub>z</sub> activado sin definir
	→	[[ matrix ]] n x 5	
	→	unknown	
	→	0	

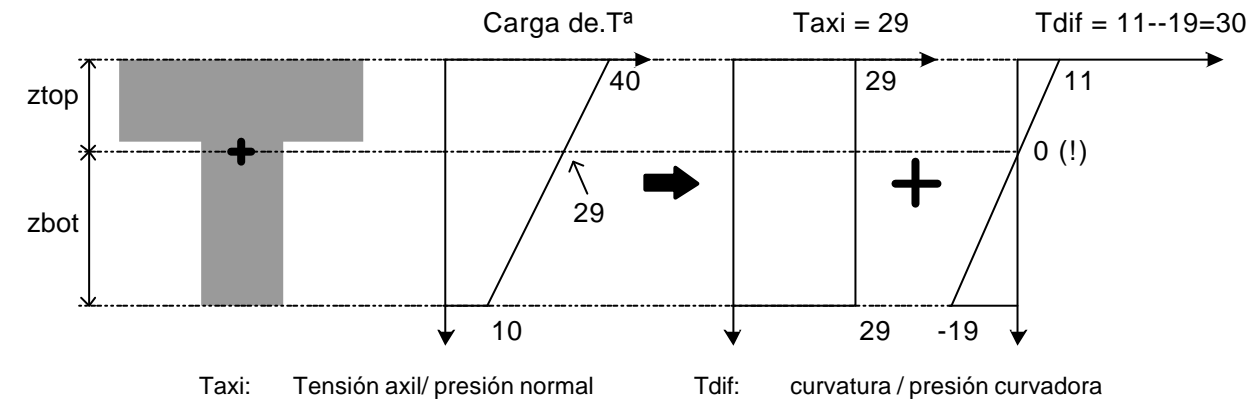
**Comentario:**  
Ver 4.3.40, 4.3.41 y 6.3.13.

4.3.43 MLT

Comienza el formulario de entrada para las cargas de temperatura.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**  
La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa al siguiente nudo, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER].  
Se permiten varias cargas por barra. Ver también 10.4 y 10.5. Debajo se explica la entrada con un dibujo:



4.3.44 →MLT

Almacena la matriz de cargas de temperatura.

Nivel 1	→	Nivel 1	sobrescribe borra
[[ matrix ]] n x 5	→		
0	→		

**Comentario:**  
La columna 1 contiene la barra con carga, la 2 la variación de temperatura axial ( $T_{axi}$ ), la columna 3 contiene la diferencia de temperatura entre la cara superior y la inferior ( $T_{dif}$ ), la columna cuatro contiene la altura del miembro ( $h$ ) y la cinco el coeficiente de dilatación térmica ( $\alpha$ ).  
Fila uno carga de temperaturas uno, dos igual a carga dos etc. Ver 4.3.43, 10.4 y 10.5.

## 4.3.45 MLT→

Llama (a la pila) la matriz de cargas de temperatura.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	[[ matrix ]] $n \times 5$
	→	unknown
	→	0

definida y  $AV_i$  (4.3.58) desact.

definida y  $AV_i$  activado

sin definir

**Comentario:**

Ver 4.3.43 y 4.3.44.

## 4.3.46 PGLD

Borra todas las cargas de la estructura.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Este comando funciona sin confirmación. Sin embargo si pregunta cuando se ejecuta desde el menú FEM (4.3.1).

La versión programable del comando está disponible con shift izquierdo en el menú FEM.

## 4.3.47 SCALC

Calcula la estructura.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Calculará +/- un 10% más rápido si la opción  $FAST_i$  (4.3.56) está activada. SCALC utiliza el método de Cholesky en vez del propio de HP. El método de Cholesky está diseñado para ganar velocidad y ahorrar memoria. Termina ejecutando SINFO (4.3.7) si los datos contienen algún error o son insuficientes.

## 4.3.48 SPLOT

Dibuja la estructura.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	
	→	grob

→ $STK_i$  (4.3.70) desactivado

→ $STK_i$  activado

**Comentario:**

El dibujo resultante dependerá del estado de varias opciones:  $DFOR_i$  (4.3.62),  $MAGN$  (4.3.80),  $SUPP_i$  (4.3.64),  $NN_i$  (4.3.66) y  $MN_i$  (4.3.68).

## 4.3.49 NDIS

Llama (a la pila) la matriz de movimientos de los nudos.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	[[ matrix ]] $n \times 4$
	→	unknown

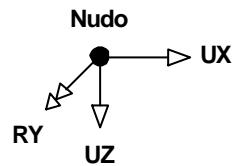
$AV_i$  (4.3.58) desactivado

$AV_i$  activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene el número de nodo, la 2 contiene el desplazamiento en la dirección x global, la 3 contiene el desplazamiento en la dirección z global y la 4 el giro alrededor del eje y global (en radianes).

Debajo se muestran las direcciones positivas:



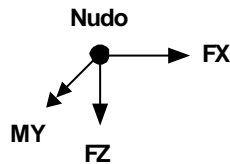
4.3.50 REAC

Llama (a la pila) la matriz de reacciones en los apoyos.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matrix ]] n x 4	AV <sub>¿</sub> (4.3.58) desactivado
	→	unknown	AV <sub>¿</sub> activado

Comentario:

La columna 1 contiene el número de nudo, la 2 la reacción FX en la dirección x global, la columna 3 contiene la reacción the FZ en la dirección Z global y la columna 4 muestra el momento de reacción MY en el eje y global. Debajo se muestran las direcciones positivas :



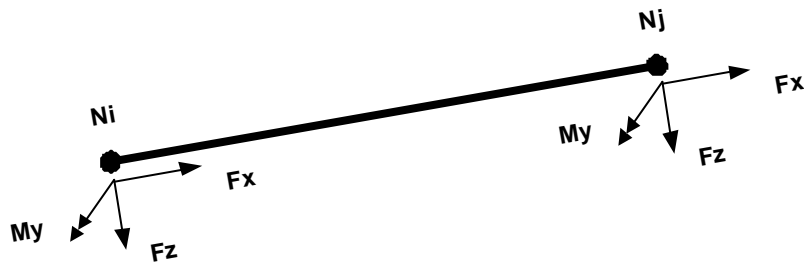
4.3.51 MFOR

Muestra (en la pila) la matriz de esfuerzos en extremo de barra.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matrix ]] n x 5	AV <sub>¿</sub> (4.3.58) desactivado
	→	unknown	AV <sub>¿</sub> activado

Comentario:

La columna 1 contiene el número de barra, la 2 el número de nudo donde se sitúan los esfuerzos, la columna 3 muestra el esfuerzo axil FX en la dirección x local, la 4 contiene el esfuerzo cortante FZ en el eje z local y la columna 5 contiene el momento MY en el eje y local. Debajo se muestran las direcciones positivas :



4.3.52 FRAM<sub>¿</sub>

Cambia el tipo de estructura.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Pórtico
0	→		Celosía

**Comentario:**

El estado de las nuevas estructuras es por defecto pórtico. Cuando se cambia a celosía, las barras tienen sólo rigidez axil. Vea el comando MREL (4.3.25) para saber como convertir sólo una barra en articulada.

## 4.3.53 FRAM?

Muestra el tipo de estructura.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Pórtico
	→	0	Celosía

**Comentario:**

Ver 4.3.52.

4.3.54 LCAS<sub>i</sub>

Activa o desactiva el módulo LCASE para el comando FEM.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

**Comentario:**

Cuando el módulo LCASE (9) esta insatado y activado, el comando FEM (4.3.1) llama al comando FEM2 (9.4.2) del módulo LCASE, si no está activado se muestra el menú FEM estándar. Cuando se cambia el estado directamente desde el menú FEM (o FEM2) el menú FEM2 (o FEM) es cargado, de ese modo estará siempre en el menú correcto.

## 4.3.55 LCAS?

Muestra el estado del módulo LCASE para el comando FEM.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

**Comentario:**

Ver 4.3.54.

4.3.56 FAST<sub>i</sub>

Activa o desactiva el modo fast.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

**Comentario:**

El modo fast apaga la pantalla durante los cálculos lo que reduce el tiempo de cálculo aproximadamente un 10%.

## 4.3.57 FAST?

Muestra el estado del modo fast.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

**Comentario:**

Ver 4.3.56.

4.3.58  $AV_{\zeta}$ 

Activa o desactiva el "auto-viewing" de matrices y listas así como el modo de trazado gráfico en QUERY.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

**Comentario:**

Las matrices se ven con el visor definido con el comando MATV (4.3.60), las listas (módulo PRINT) con el visor definido con el comando STRV (7.3.9). Ver 5.3 para más información sobre el modo de trazado gráfico.

4.3.59  $AV?$ 

Muestra el estado de "auto-viewing".

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

**Comentario:**

Ver 4.3.58.

4.3.60  $RND_{\zeta}$ 

Activa o desactiva el redondeo de los resultados del cálculo.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

**Comentario:**

Los resultados se guardan con la máxima precisión. El resultado tiene lugar sólo cuando se muestran. Se redondean con el valor señalado con el comando RVAL, ver 4.3.77.

4.3.61  $RND?$ 

Muestra el estado del redondeo de resultados.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

**Comentario:**

Ver 4.3.60.

4.3.62  $DFOR_{\zeta}$ 

Activa o desactiva el dibujo de la deformada.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

**Comentario:**

Cuando se activa se dibuja la deformada junto con la estructura original. La escala de la deformación se puede cambiar con el comando MAGN (4.3.80). Sólo se tienen en cuenta los desplazamientos de los nudos. Las deformaciones de las barras no se dibujan, utilice el módulo QUERY (5) para eso.



## 4.3.63 DFOR?

Muestra el estado del dibujo de deformada.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

**Comentario:**

Ver 4.3.62.

4.3.64 SUPP<sub>¿</sub>

Activa o desactiva dibujar apoyos.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

**Comentario:**

Los apoyos no se pueden dibujar al mismo tiempo que los números de nudo, vea NN<sub>¿</sub> (4.3.66).

Grado de libertad	restringido	muelle		pórtico	celosía
UX			nudo		
UZ					
RY					

## 4.3.65 SUPP?

Muestra el estado del dibujo de apoyos.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

**Comentario:**

Ver 4.3.64.

4.3.66 NN<sub>¿</sub>

Activa o desactiva dibujar número de nudo.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

**Comentario:**

Los números de nudo no se pueden dibujar al mismo tiempo que los apoyos, ver SUPP<sub>¿</sub> (4.3.64).

## 4.3.67 NN?

Muestra el estado de dibujar número de nudo.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

**Comentario:**

Ver 4.3.66.

## 4.3.68 MN¿

Activa o desactiva dibujar números de barra.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

## 4.3.69 MN?

Muestra el estado de dibujar números de barra.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

## 4.3.70 →STK¿

Activa o desactiva exportar dibujos a la pila.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

## 4.3.71 →STK?

Muestra el estado de exportar dibujos a la pila.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

## 4.3.72 BZ¿

Activa o desactiva comprimir con BZ los archivos al guardar.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

**Comentario:**

Ver 4.3.6. The El compresor BZ debe estar disponible como una librería. No se permite el programa en un directorio.

## 4.3.73 BZ?

Muestra el estado de comprimir archivos al guardar.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

**Comentario:**

Ver 4.3.72.

## 4.3.74 MATV

Comienza la rutina de entrada para un editor/visor de matrices externo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Un editor/visor de matrices externo también puede ser un editor de texto. El comando debe ser una librería, no se permiten variables. Cuando no se define ninguno se utiliza el editor de matrices de la HP48. Ver también 4.3.58.

## 4.3.75 →MATV

Almacena el comando del visor/editor de matrices externo como una cadena.

Nivel 1	→	Nivel 1
"string"	→	

**Comentario:**

Una cadena nula indica el uso de editor de matrices interno. Ver 4.3.74.

## 4.3.76 MATV→

Llama al a pila el comando del visor/editor de matrices externo como una cadena.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"

**Comentario:**

Ver también 4.3.74.

## 4.3.77 RVAL

Comienza la rutina de entrada del valor del redondeo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

El redondeo sigue el convenio del comando de la HP RND:

$0 \leq n \leq 11$       Redondea a n cifras decimales  
 $-11 \leq n \leq -1$       Redondea a n dígitos significativos  
 $n = 12$       Redondea al formato actual

## 4.3.78 →RVAL

Almacena el valor del redondeo.

Nivel 1	→	Nivel 1
integer	→	

**Comentario:**

Ver 4.3.77.

## 4.3.79 RVAL→

Muestra el valor del redondeo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	integer

### Comentario:

Ver 4.3.77.

#### 4.3.80 MAGN

Comienza la rutina para el factor de aumento de la deformada.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

### Comentario:

Un valor de 1000 significa que dibuja 1mm como 1m. El valor del factor de aumento de la deformada debe ser mayor de cero.

#### 4.3.81 →MAGN

Almacena el valor del factor de aumento de la deformada.

Nivel 1	→	Nivel 1
real number	→	

### Comentario:

Ver 4.3.80.

#### 4.3.82 MAGN→

Muestra el valor del factor de aumento de la deformada.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	real number

### Comentario:

Ver 4.3.80.

#### 4.3.83 FBROW

a acceso al usuario al explorador usado por FEM48 (mucho más rápido que el motor de menús de la HP48).

Nivel 4	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 2	Nivel 1	
"string1"	"string2"	{ choices }	init_pos	→	choice	choice_pos	ENTER
"string1"	"string2"	{ choices }	init_pos	→		0	ON

### Comentario:

Para su empleo en los programas UserRPL del usuario. Es más rápido cuando se usa con una lista de elecciones comprendida por cadenas, ya que la rutina interna de la HP48 para convertir can puede ser lenta para objetos muy grandes (depende de la velocidad de la pila!). Sólo disponible desde el menú de la librería FEM48, no está relacionado con el funcionamiento de FEM48.

#### 4.3.84 ABOUTFEM

Muestra la versión del programa como una cadena.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"

## 5. MÓDULO QUERY

### 5.1 Descripción

Este módulo es opcional y proporciona facilidades para el análisis de vigas. La barra(s) a analizar puede ser seleccionada(s) después de de que los resultados numéricos y gráficos de:

- Esfuerzo axial
- Esfuerzo cortante
- Momento flector
- Giros
- Alargamientos y acortamientos
- Flechas
- Tensión de cortadura (rasante)
- Combinación de tensiones correspondientes al axil y al momento en los extremos
- Tensiones de Huber-Hencky en los extremos

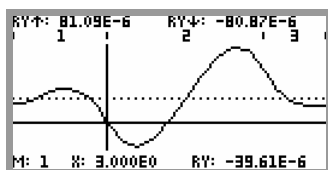
hayan sido calculados.

### 5.2 Estructura del menú

Ver 5.1 para una descripción completa de todos los módulos de FEM48.

### 5.3 Trace mode

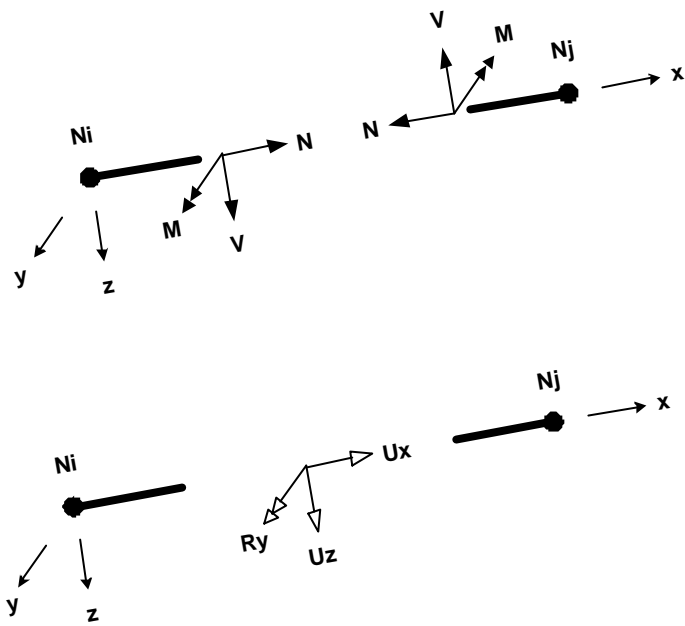
La ventana Query tiene un modo de trazado, se activa cuando la opción  $AV_{\zeta}$  (4.3.58) está activada. Para el punto actual se muestran debajo el número de barra, el valor de la x ene eje local y los valores de N, V, M, UX, RY o UZ. Normalmente también se muestran arriba los valores máximo y mínimo. Vea la captura de pantalla de abajo.



Las siguientes teclas están activas durante el modo de trazado:

Tecla	Plano	Acción
[ ← ]	unshifted	pasar al punto de la derecha (pulsando 2 veces)
[ ← ]	right-shifted	ir a la izquierda del todo
[ → ]	unshifted	pasar al punto de la derecha (pulsando 2 veces)
[ → ]	right-shifted	ir a la derecha del todo
[ ↑ ]	unshifted	pasar a la barra de la derecha (pulsar 2 veces)
[ ↓ ]	unshifted	pasar a la barra de la izquierda (pulsar 2 veces)
[ A ]	unshifted	ir a la izquierda del todo
[ B ]	unshifted	ir a la derecha del todo
[ ENTER ]	unshifted	copia al punto en la pila, el formato depende de $TAG_{\zeta}$ (5.6.28)
[ ON ]	unshifted	salir del modo trazado, volver a la pila
[ ON ]	right-shifted	apaga la calculadora

5.4 Signo de los esfuerzos internos y movimientos



5.5 Fórmulas de la tensión

Las siguientes fórmulas se usan para calcular tensiones , utilizan las definiciones de propiedades PROP y PROP2.

$$\tau_X = \frac{V_X}{Area_{PROP2}}$$
$$\sigma_{TX} = \frac{N_X}{Area_{PROP}} - \frac{M_X \cdot Z_{top}}{I_y}$$
$$\sigma_{BX} = \frac{N_X}{Area_{PROP}} + \frac{M_X \cdot Z_{bot}}{I_y}$$
$$\sigma_{iTX} = \sqrt{\sigma_{TX}^2 + 3 \cdot \tau_X^2}$$
$$\sigma_{iBX} = \sqrt{\sigma_{BX}^2 + 3 \cdot \tau_X^2}$$

5.6 Referencia de comandos

5.6.1 ABOUTFEMQUERY

Muestra la versión del módulo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"

5.6.2 QUERYFEM

Muestra el menú QUERY.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

Comentario:

Normalmente se accede a través del menú FEM (4.3.1).

5.6.3 MINFO

Muestra información de la barra seleccionada.

Nivel 1	→	Nivel 1
integer	→	

## 5.6.4 KEYP

Pide le número de puntos a estudiar en la barra seleccionada.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Los datos de Query sólo son calculados en los puntos. Número de puntos: 2 puntos 100.

Los puntos se distribuyen de forma constante por la barra.

## 5.6.5 →KEYP

Guarda el número de puntos a estudiar en la barra.

Nivel 1	→	Nivel 1
integer	→	

**Comentario:**

Ver 5.6.4.

## 5.6.6 KEYP→

Muestra el número de puntos a estudiar en la barra.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	integer

**Comentario:**

Ver 5.6.4.

## 5.6.7 NX

Calcula el axil en la coordenada x local de la barra seleccionada.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, nivel 1: coordenada x local. Ver también 5.6.29.

## 5.6.8 VX

Calcula el cortante en la coordenada x local de la barra seleccionada.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, nivel 1: coordenada x local. Ver también 5.6.29.

## 5.6.9 MX

Calcula el momento flector en la coordenada x local de la barra seleccionada.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, nivel 1: coordenada x local. Ver también 5.6.29.

## 5.6.10 UXX

Calcula el movimiento en la dirección x local de la barra seleccionada.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, nivel 1: coordenada x local. Ver también 5.6.29.

## 5.6.11 RYX

Calcula el giro en radianes en la posición x local de la barra seleccionada.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, nivel 1: coordenada x local. Dará error si la barra seleccionada tiene una rótula en el nudo inicial Ni. Ver también 5.6.29.

## 5.6.12 UZX

Calcula la flecha en la coordenada x local de la barra seleccionada.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, nivel 1: coordenada x local. Dará error si la barra seleccionada tiene una rótula en el nudo inicial Ni. Ver también 5.6.29.

## 5.6.13 NTAB

Crea una tabla de valores para el axil en la coordenada x local de la barra seleccionada para cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matrix ]] $n \times 2$	AV <sub>l</sub> (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	AV <sub>l</sub> activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene las coordenadas x locales y la 2 el esfuerzo axil. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.14 VTAB

Crea una tabla de valores para el cortante en la coordenada x local de la barra seleccionada para cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matrix ]] $n \times 2$	AV <sub>l</sub> (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	AV <sub>l</sub> activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene las coordenadas x locales y la 2 el esfuerzo cortante. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.15 MTAB

Crea una tabla de valores para el flector en la coordenada x local de la barra seleccionada para cada punto.



Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matrix ]] $n \times 2$	$AV_i$ (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	$AV_i$ activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene las coordenadas x locales y la 2 el momento flector. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.16 UXTAB

Crea una tabla de valores para el movimiento en la coordenada x local de la barra seleccionada para cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matrix ]] $n \times 2$	$AV_i$ (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	$AV_i$ activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene las coordenadas x locales y la 2 el movimiento en x. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.17 RYTAB

Crea una tabla de valores para el giro en radianes en la coordenada x local de la barra seleccionada en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matrix ]] $n \times 2$	$AV_i$ (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	$AV_i$ activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene las coordenadas x locales y la 2 el giro. Dará error si la barra seleccionada tiene una rótula en el nudo inicial  $N_i$ . Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.18 UZTAB

Crea una tabla de valores para la flecha (coordenada y local) en la coordenada x local de la barra seleccionada para cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matrix ]] $n \times 2$	$AV_i$ (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	$AV_i$ activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene las coordenadas x locales y la 2 la flecha. Dará error si la barra seleccionada tiene una rótula en el nudo inicial  $N_i$ . Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.19 NPLT

Dibuja el esfuerzo axial en la barra(s) seleccionada en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer or list of integers	→		→STK <sub>i</sub> (4.3.70) desactivado
integer or list of integers	→	grob	→STK <sub>i</sub> activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. Se activa el modo de trazado gráfico cuando  $AV_i$  (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.20 VPLT

Dibuja el esfuerzo cortante en la barra(s) seleccionada en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer or list of integers	→		→STK <sub>i</sub> (4.3.70) desactivado
integer or list of integers	→	grob	→STK <sub>i</sub> activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. Se activa el modo de trazado gráfico cuando AV<sub>i</sub> (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.21 MPLT

Dibuja el momento flector en la barra(s) seleccionada en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer or list of integers	→		→STK <sub>i</sub> (4.3.70) desactivado
integer or list of integers	→	grob	→STK <sub>i</sub> activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. El signo positivo (hacia arriba o hacia abajo) depende del estado de  $\hat{M}$ ? (5.6.27). Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. El modo de trazado gráfico se activa cuando AV<sub>i</sub> (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.22 UXPLT

Dibuja el movimiento en x en la barra(s) seleccionada(s) en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer or list of integers	→		→STK <sub>i</sub> (4.3.70) desactivado
integer or list of integers	→	grob	→STK <sub>i</sub> activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. Se activa el modo de trazado gráfico cuando AV<sub>i</sub> (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.23 RYPLT

Dibuja el giro (en radianes) en la barra(s) seleccionada en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer or list of integers	→		→STK <sub>i</sub> (4.3.70) desactivado
integer or list of integers	→	grob	→STK <sub>i</sub> activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. Da error si la barra seleccionada tiene una rótula en el nudo inicial Ni. Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. Se activa el modo de trazado gráfico cuando AV<sub>i</sub> (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 5.6.24 UZPLT

Dibuja la flecha en la barra(s) seleccionada(s) en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer or list of integers	→		→STK <sub>i</sub> (4.3.70) desactivado
integer or list of integers	→	grob	→STK <sub>i</sub> activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. Da error si la barra seleccionada tiene una rótula en el nudo inicial Ni. Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. Se activa el modo de trazado gráfico cuando  $AV_{\zeta}$  (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

5.6.25  $AXIS_{\zeta}$ 

Activa o desactiva mostrar el eje x.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

5.6.26  $AXIS?$ 

Da el estado de mostrar el eje x.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

5.6.27  $\uparrow M_{\zeta}$ 

Cambia el sentido positivo de los momentos flectores .

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Positivo hacia arriba
0	→		Positivo hacia abajo

5.6.28  $\uparrow M?$ 

Muestra la el sentido positivo de los momentos flectores.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Positivo hacia arriba
	→	0	Positivo hacia abajo

5.6.29  $TAG_{\zeta}$ 

Activa o desactiva el etiquetado de los resultados y dibujos exportados a la pila.

Nivel 1	→	Nivel 1	
1	→		Activado
0	→		Desactivado

**Comentario:**

Note que las matrices no se etiquetan cuando la opción  $AV_{\zeta}$  está activada (4.3.58).

5.6.30  $TAG?$ 

Muestra el estado de etiquetar resultados y dibujos .

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	1	Activado
	→	0	Desactivado

5.6.31  $PROP2$ 

Comienza el formulario de entrada para la propiedades adicionales de las barras necesitadas para el cálculo de tensiones .

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa al siguiente nudo, la tecla [ON] señala el final de la entrada y 1) guarda (sobrescribe) los datos en la estructura actual ó 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado [ENTER]. El número de propiedades de PROP2 tiene que ser el mismo que las propiedades definidas por PROP (4.3.16).

## 5.6.32 →PROP2

Almacena la matriz de propiedades adicionales de barras, necesitadas para el cálculo de tensiones.

Nivel 1	→	Nivel 1	
[[ matrix ]] $n \times 3$	→		sobrescribe
0	→		borra

**Comentario:**

La columna 1 contiene el área de la sección para el cortante<sup>7</sup>, la columna 2 contiene la distancia del borde superior a la línea neutra y la columna 3 la distancia del borde inferior a la línea neutra. La fila 1 representa las propiedades 1, la 2 las propiedades 2, etc. Ver 5.6.31.

## 5.6.33 PROP2→

Llama (a la pila) la matriz de propiedades adicionales de barras, necesitadas para el cálculo de tensiones.

Nivel 1	→	Nivel 1	
	→	[[ matriz ]] $n \times 3$	definida y $AV_z$ (4.3.58) desact.
	→	unknown	definida y $AV_z$ activado
	→	0	sin definir

**Comentario:**

Ver 5.6.31.

5.6.34  $\tau_X$ 

Calcula la tensión cortante en la coordenada x de la barra seleccionada.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, Nivel 1: coordenada x local. Ver también 5.6.29.

5.6.35  $\sigma_{TX}$ 

Calcula la combinación de tensiones en la fibra superior correspondiente al axil y al momento en la coordenada x local de la barra seleccionada.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, Nivel 1: coordenada x local. Ver también 5.6.29.

<sup>7</sup> Puede ser diferente del área para las tensiones axiales (vigas en H por ejemplo)

5.6.36  $\sigma_B X$ 

Calcula la combinación de tensiones en la fibra inferior correspondiente al axil y al momento en la coordenada x local de la barra seleccionada.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, Nivel 1: coordenada x local. Ver también 5.6.29.

5.6.37  $\sigma_i T X$ 

Calcula la tensión de Huber-Hencky en el borde superior de la sección en la coordenada x local de la barra.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, Nivel 1: coordenada x local. Ver también 5.6.29.

5.6.38  $\sigma_i B X$ 

Calcula la tensión de Huber-Hencky en el borde superior de la sección en la coordenada x local de la barra.

Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
integer	real number	→	real number

**Comentario:**

Nivel 2: número de barra, Nivel 1: coordenada x local. Ver también 5.6.29.

5.6.39  $\tau_{TAB}$ 

Crea una tabla con los valores de la tensión cortante en la coordenada x local de la barra en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matriz ]] $n \times 2$	$AV_L$ (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	$AV_L$ activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene la coordenada local x y la 2 la tensión cortante. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

5.6.40  $\sigma_{TTAB}$ 

Crea una tabla de valores para la combinación de tensiones correspondientes al axil y al flector para el borde superior de la sección en la coordenada x local de la barra seleccionada en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matriz ]] $n \times 2$	$AV_L$ (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	$AV_L$ activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene la coordenada local x y la 2 la combinación de tensiones correspondientes al axil y al flector para el borde superior de la sección. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

5.6.41  $\sigma_{BTAB}$ 

Crea una tabla de valores para la combinación de tensiones correspondientes al axil y al flector para el borde inferior de la sección en la coordenada x local de la barra seleccionada en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matrix ]] $n \times 2$	$AV_{\bar{z}}$ (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	$AV_{\bar{z}}$ activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene la coordenada local x y la 2 la combinación de tensiones correspondientes al axil y al flector para el borde inferior de la sección. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

5.6.42  $\sigma_{TTAB}$ 

Crea una tabla de valores para la combinación de tensiones de Huber-Hencky para el borde superior de la sección en la coordenada x local de la barra seleccionada en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matrix ]] $n \times 2$	$AV_{\bar{z}}$ (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	$AV_{\bar{z}}$ activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene las coordenadas x locales y la 2 la tensión. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

5.6.43  $\sigma_{BTAB}$ 

Crea una tabla de valores para la combinación de tensiones de Huber-Hencky para el borde inferior de la sección en la coordenada x local de la barra seleccionada en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer	→	[[ matrix ]] $n \times 2$	$AV_{\bar{z}}$ (4.3.58) desactivado
integer	→	unknown	$AV_{\bar{z}}$ activado

**Comentario:**

La columna 1 contiene las coordenadas x locales y la 2 la tensión. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

5.6.44  $\tau_{PLT}$ 

Dibuja la tensión cortante en el miembro(s) seleccionados en cada punto.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer or list of integers	→		→ $STK_{\bar{z}}$ (4.3.70) desactivado
integer or list of integers	→	grob	→ $STK_{\bar{z}}$ activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. Se activa el modo de trazado gráfico cuando  $AV_{\bar{z}}$  (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

5.6.45  $\sigma_{TPLT}$ 

Dibuja la combinación de tensiones del axil y flector para el borde superior de la sección en cada punto de la barra/s.

Nivel 1	→	Nivel 1	
integer or list of integers	→		→ $STK_{\bar{z}}$ (4.3.70) desactivado
integer or list of integers	→	grob	→ $STK_{\bar{z}}$ activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. Se activa el modo de trazado gráfico cuando  $AV_{\bar{z}}$  (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

5.6.46  $\sigma$ BPLT

Dibuja la combinación de tensiones del axil y flector para el borde inferior de la sección en cada punto de la barra/s.

Nivel 1	→	Nivel 1
integer or list of integers	→	
integer or list of integers	→	grob

→STK<sub>z</sub> (4.3.70) desactivado

→STK<sub>z</sub> activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. Se activa el modo de trazado gráfico cuando AV<sub>z</sub> (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

5.6.47  $\sigma$ ITPLT

Dibuja la tensión de Huber-Hencky para el borde superior de la sección en cada punto de la barra(s) seleccionada.

Nivel 1	→	Nivel 1
integer or list of integers	→	
integer or list of integers	→	grob

→STK<sub>z</sub> (4.3.70) desactivado

→STK<sub>z</sub> activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. Se activa el modo de trazado gráfico cuando AV<sub>z</sub> (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

5.6.48  $\sigma$ BPLT

Dibuja la tensión de Huber-Hencky para el borde inferior de la sección en cada punto de la barra(s) seleccionada.

Nivel 1	→	Nivel 1
integer or list of integers	→	
integer or list of integers	→	grob

→STK<sub>z</sub> (4.3.70) desactivado

→STK<sub>z</sub> activado

**Comentario:**

Sobre la ventana se muestran la barra seleccionada, el valor mínimo y el máximo. Una lista vacía como argumento dibuja todas las barras. Se activa el modo de trazado gráfico cuando AV<sub>z</sub> (4.3.58) está activado, ver 5.3. Ver también 5.6.4 y 5.6.29.

## 6. MÓDULO WIZRD

### 6.1 Descripción

Este módulo es opcional y da asistentes para introducir geometrías y propiedades de estructuras "estándar" como vigas o estructuras porticadas y para generar cargas como el peso propio y cables de pre/postensado. Hay un enlace a SED48, Una base de datos ingenieril del autor de FEM48.

### 6.2 Estructura del menú

Ver 1.5.

### 6.3 Referencia de comandos

#### 6.3.1 ABOUTFEMWIZRD

Muestra la versión del módulo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"

#### 6.3.2 WIZRDFEM

Muestra el menú WIZRD.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

#### Comentario:

Normalmente se accede a través del menú FEM (4.3.1).

#### 6.3.3 RBEAM

Comienza el formulario de entrada para vigas continuas de vanos iguales.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

#### Comentario:

Se introducen el número de luces y su longitud, después el programa genera los nudos, barras y apoyos y los almacena (sobrescribiendo!) en la estructura actual. El tipo de estructura se fija en FRAME. El resto de datos se dejan intactos.

Todas las luces tienen la misma longitud. Todas las barras tienen la propiedad 1. Cada nudo está apoyado simplemente salvo el primero, que tiene un apoyo doble.

#### 6.3.4 IBEAM

Comienza el formulario de entrada para vigas continuas de luces distintas.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

#### Comentario:

Se introducen las longitudes de las luces y el programa genera los nudos, barras y apoyos y los almacena (sobrescribiendo!) en la estructura actual. El tipo de estructura se fija en FRAME. El resto de datos se dejan intactos. Todas las barras tienen la propiedad 1. Cada nudo tiene un apoyo simple salvo el primero que es doble.

#### 6.3.5 BAYFR

Comienza el formulario de entrada para estructuras porticadas (edificios).



Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Se introducen el ancho y la altura de cada pórtico, el número de alturas y de anchuras y el programa genera los nudos, barras y apoyos y los almacena (sobrescribiendo!) en la estructura actual.

El tipo de estructura se fija en FRAME. El resto de datos se dejan intactos. Las barras horizontales tienen la propiedad 1 y las verticales la 2. Los nudos del suelo tienen un apoyo doble.

## 6.3.6 LATTI

Comienza el formulario de entrada para un enrejado.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Se introducen el ancho de cada luz, la altura y el número de luces. El programa genera los nudos, las barras y los apoyos y los almacena (sobrescribiendo!) en la estructura actual. El tipo de estructura se fija en TRUSS. El resto de datos se dejan intactos. Las barras verticales tienen la propiedad 1, las horizontales la 2 y las barras diagonales tienen la propiedad 3.

El nudo inferior izquierdo tiene un apoyo doble, el inferior derecho tiene un apoyo simple.

## 6.3.7 GPROP

Comienza el menú de definición de propiedades.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

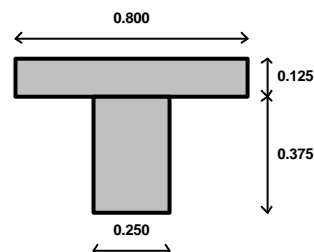
Se puede seleccionar el tipo de sección: Rectangular (múltiple), Circular, Circular hueca, de la base de datos SED48, numérica y generada. La primera sección generada será la propiedad 1, la segunda la 2, etc. La tecla ON sale del generador y guarda las propiedades sobrescribiendo las propiedades actuales. El resto de datos se dejan intactos.

*Rectangular (múltiple)*

Este asistente se usa para generar propiedades de secciones formadas por rectángulos como secciones en T y en I, (rectángulos normales también).

Por ejemplo, una sección en T (ver dibujo) con un módulo E de  $3E7$  se introduce así:  
[ 0.8 0.125 0.25 0.375 3E7 ]

Después de ser calculadas h, A, e, I y E se muestran en la pantalla y el programa se detiene hasta que se presiona una tecla<sup>8</sup>. Cuando se pulsa la tecla [UpArrow] las propiedades también se exportan a la pila para posteriores cálculos del usuario.

*Enlace a la base de datos SED48*

El enlace proporciona una lista de las secciones almacenadas en SED48. Puede seleccionar Ix, Iy o Iz como momento de inercia<sup>9</sup>. El enlace busca en la base de datos { "A" "Ix" "E" }, { "A" "Iy" "E" } o { "A" "Iz" "E" } del perfil seleccionado. Como FEM48 y SED48 no soportan unidades hay una rutina de conversión disponible para pasar de SED48 a FEM48.

## 6.3.8 SELFW

Comienza el formulario de entrada para la generación de peso propio.

<sup>8</sup> Sólo cuando se ha introducido una sección formada por varios rectángulos.

<sup>9</sup> Ix se ofrece para los usuarios que utilizan distintas inercias según los ejes. Para los ejes de FEM48 esto sería el momento de inercia a torsión. Note que para seleccionar Ix tiene que mover la barra del explorador!

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

El peso propio se puede generar para barras inclinadas. Se debe introducir la densidad para cada propiedad. Cuando se han introducido todas las propiedades para cada sección se puede calcular el peso propio (dens. x área). El peso propio se guarda en la estructura actual como cargas MLX y/o MLZ. El resto de datos permanecen intactos. Note que el peso propio se añade a la estructura, no se reemplazan ni se borran cargas. Dése cuenta de que así se puede cargar una estructura con su peso propio más de una vez!

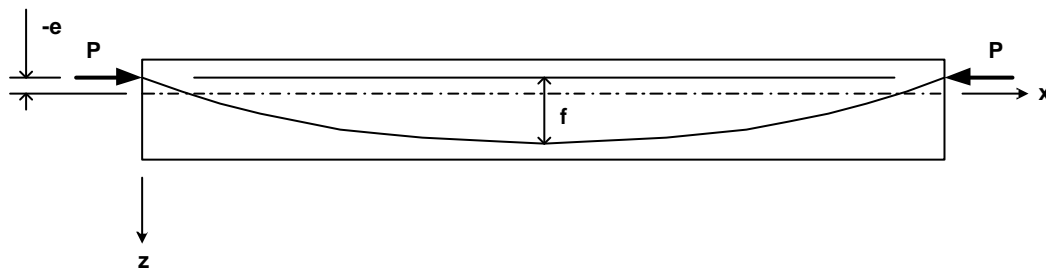
## 6.3.9 POCAB

Comienza el formulario de entrada para la generación de las cargas creadas por un cable parabólico postesado.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Se deben introducir la barra, la fuerza de pretensado y los datos geométricos del cable. El programa calcula e introduce en la estructura las cargas producidas por el cable (no se borran ni sobrescriben otras cargas). Note que introduciendo  $f=0$  se puede generar un cable recto..



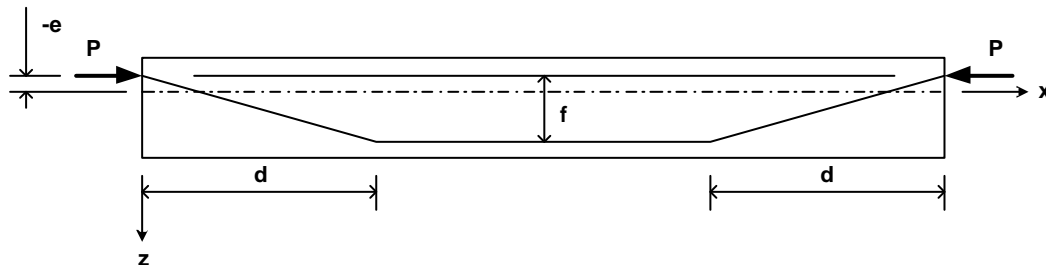
## 6.3.10 PRCAB

Comienza el formulario de entrada para la generación de las cargas creadas por un cable poligonal pretensado.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Se deben introducir la barra, la fuerza de pretensado y los datos geométricos del cable. El programa calcula e introduce en la estructura las cargas producidas por el cable (no se borran ni sobrescriben otras cargas). Note que introduciendo  $f=0$  se puede generar un cable recto..

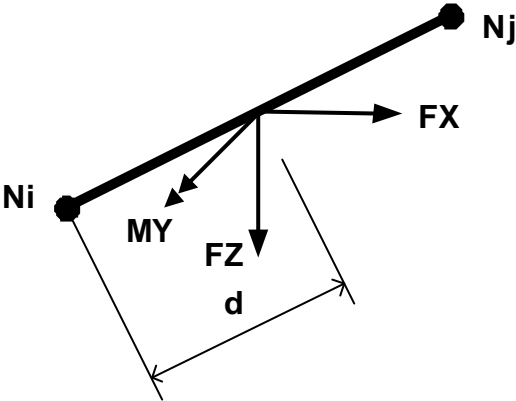


## 6.3.11 MLCG

Comienza el formulario de entrada para la creación de cargas MLC (Cargas concentradas en barra) en los ejes globales.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**  
La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa a la siguiente carga, [ON] indica el final de la entrada y 1) guarda (añade, no se borran ni reemplazan cargas) los datos como cargas MLC en la estructura mediante una transformación de los ejes globales a los locales o 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado la tecla [ENTER]. Las cargas se introducen en el sistema de coordenadas global. Se permiten varias cargas por barra. Ver también 4.3.34. Debajo se muestran las direcciones positivas :

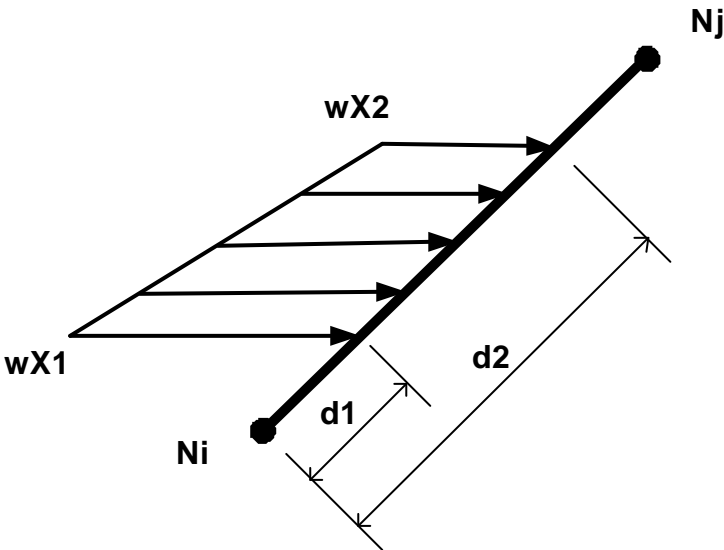


6.3.12 MLXG

Comienza el formulario de entrada para cargas MLX (Cargas trapezoidalmente distribuidas) en la dirección x del sistema de coordenadas global.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**  
La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa a la siguiente carga, [ON] indica el final de la entrada y 1) guarda (añade, no se borran ni reemplazan cargas) los datos como cargas MLX y MLZ en la estructura mediante una transformación de los ejes globales a los locales o 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado la tecla [ENTER]. Las cargas se introducen en el sistema de coordenadas global. Se permiten varias cargas por barra. Ver también 4.3.37 y 4.3.40. Debajo se muestran las direcciones positivas :



## 6.3.13 MLZG

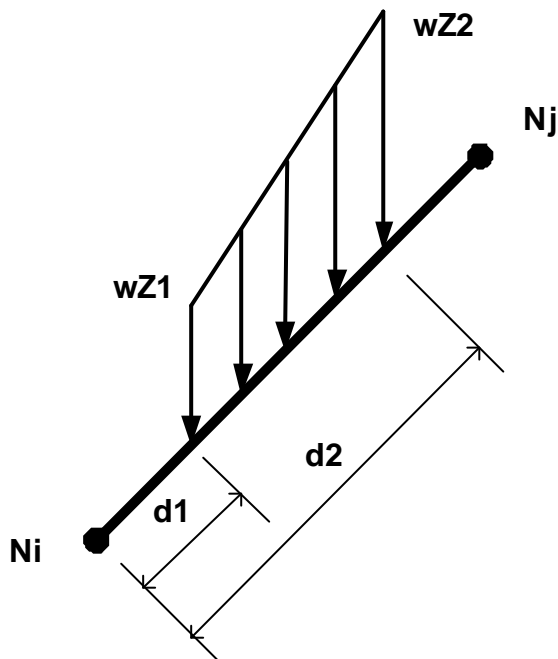
Comienza el formulario de entrada para cargas MLZ (Cargas trapezoidalmente distribuidas) en la dirección z del sistema de coordenadas global.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

### Comentario:

La tecla [ENTER] confirma los datos y pasa a la siguiente carga, [ON] indica el final de la entrada y 1) guarda (añade, no se borran ni reemplazan cargas) los datos como cargas MLX y MLZ en la estructura mediante una transformación de los ejes globales a los locales o 2) cancela la entrada si aún no se ha pulsado la tecla [ENTER].

Las cargas se introducen en el sistema de coordenadas global. Se permiten varias cargas por barra. Ver también 4.3.37 y 4.3.40. Debajo se muestran las direcciones positivas:



## 7. MÓDULO PRINT

### 7.1 Descripción

Este módulo es opcional y da órdenes para una fácil visualización e impresión<sup>10</sup> de las entradas y salidas de FEM48.

### 7.2 Estructura del menú

Vea 1.5 para una descripción completa del menú de todos los módulos de FEM48.

### 7.3 Referencia de comandos

#### 7.3.1 ABOUTFEMPRINT

Muestra la versión del módulo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"

#### 7.3.2 PRINTFEM

Muestra el menú PRINT.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

#### Comentario:

Normalmente se accede desde el menú FEM (4.3.1).

#### 7.3.3 I\$

Junta en una bonita cadena de texto la entrada de datos de la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"
	→	unknown

AV<sub>i</sub> (4.3.58) desactivado

AV<sub>i</sub> activado

#### 7.3.4 O\$

Junta en una bonita cadena de texto los resultados del cálculo de la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"
	→	unknown

AV<sub>i</sub> (4.3.58) desactivado

AV<sub>i</sub> activado

#### 7.3.5 IO\$

Junta en una bonita cadena de texto los datos y los resultados del cálculo de la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"
	→	unknown

AV<sub>i</sub> (4.3.58) desactivado

AV<sub>i</sub> activado

#### 7.3.6 PI\$

Imprime una bonita cadena de texto con la entrada de datos de la estructura actual.

<sup>10</sup> Si posee una impresora HP. Note que esto es útil cuando use FEM48 en un emulador ya que permite copiar/pegar los datos en un editor de textos de su PC.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

7.3.7 PO\$

Imprime una bonita cadena de texto con los resultados del cálculo de la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

7.3.8 PIO\$

Imprime una bonita cadena de texto con los datos y los resultados del cálculo de la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

7.3.9 STRV

Pregunta por un visor/editor de cadenas externo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

Comentario:

También puede ser un editor de texto. debe ser una librería, no se permiten nombres de variables. Cuando no hay ningún visor externo definido se usa el interno de la HP49. Ver también 4.3.58.

7.3.10 →STRV

Guarda el comando del visor/editor de cadenas externo como una cadena.

Nivel 1	→	Nivel 1
"string"	→	

Comentario:

Una cadena vacía indica el uso del editor interno. Ver también 7.3.9.

7.3.11 STRV→

Muestra el comando del visor/editor de cadenas externo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"

Comentario:

Ver 7.3.9.

## 8. MÓDULO MOVLD

### 8.1 Descripción

Este módulo es opcional y da comandos para la generación de cargas móviles a lo largo de una selección de barras (o todas) de la estructura actual.

- define un sistema de ilimitadas cargas concentradas junto al intervalo y el tamaño de paso
- proporciona movimientos, reacciones y esfuerzos mínimos y máximos en el directorio actual (como variables)
- cuando está el programa MOVLD.USR se ejecuta después de cada paso, así puede añadir su postproceso

### 8.2 Estructura del menú

Sólo hay dos comandos disponibles, MOVLD y ABOUTFEMMOVLD. El comando MOVLD es accesible (shift-izdo. SCALC o SCALC2) desde el menú FEM (4.3.1). No hay un menú MOVLD separado disponible en el menú FEM. Vea 1.5 para una descripción completa del menú de todos los módulos de FEM48.

### 8.3 Referencia de comandos

#### 8.3.1 ABOUTFEMMOVLD

Muestra la versión del módulo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"

#### 8.3.2 MOVLD

Calcula el mínimo y el máximo valor de NDIS, REAC y MFOR para una selección dada de barras, un sistema de cargas y un lugar de aplicación con su paso. Se puede ejecutar un programa en user (MOVLD.USR) después de cada iteración para mejorar el análisis des eado. El sistema de cargas se añade a las cargas definidas.

Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
{ members }	[[ matrix ]] $n \times 4$	[ vector ] $1 \times 3$	→	

#### Comentario:

##### Selección de barras

La selección de barras consiste en una lista con el número de las barras. Si se quieren elegir todas se puede introducir una lista vacía para hacerlo más fácil. Note que las barras seleccionadas pueden ser inclinadas. Tampoco la estructura tiene que ser una viga. Así pues, la estructura puede ser un puente completo, donde se quieren mover las cargas solamente a lo largo del tablero.

##### Definición del sistema de cargas

El sistema de cargas se está definido por una matriz:

```
[ [ FX1 FZ1 MY1 x1 ]
  [ FXi FZi MYi xi ]
  [ FXn FZn MYn xn ] ]
```

Se supone que  $x_i < x_{i+1}$ . El valor  $x$  de la primera carga del sistema es un punto de referencia para el mismo y debe ser 0. El valor  $x$  Es el sistema de coordenadas "local" del sistema de cargas pero es añadido al sistema de coordenadas "global" de las barras seleccionadas para su posicionamiento.

##### Definición del intervalo

El intervalo y el paso están definidos por un vector: [  $X_{start}$   $X_{end}$   $X_{step}$  ]

El valor  $X$  está definido en el sistema de coordenadas "global" de las barras seleccionadas. Para la primera iteración el sistema será emplazado en la coordenada  $X$  "global"  $X$ :  $X_{start} + X_1$

Esto significa que un valor distinto de 0 para la  $x$  de la primera carga(s) del sistema significará un desplazamiento del sistema de cargas respecto a la coordenada global  $X_{start}$ . Se permiten valores negativos de  $X_{start}$  y  $X_{end}$  (esto es

así para permitir que el sistema de cargas se mueva completamente sobre las barras seleccionadas). Los límites de intervalo pueden caer más allá de los dos extremos de la viga si es necesario.

### Salida

Al terminar, el mínimo (más negativo) y máximo (más positivo) valor de NDIS, REAC y MFOR se almacenan en el directorio actual como matrices (variables de usuario:  $\uparrow$ NDIS,  $\downarrow$ NDIS,  $\uparrow$ REAC,  $\downarrow$ REAC,  $\uparrow$ MFOR y  $\downarrow$ MFOR).

### Programa UserRPL

Después de cada iteración, se ejecuta el programa MOVLD.USR (cuando esté en el directorio actual). Esto permite al usuario un análisis secundaria para cada paso. Para los usuarios están disponibles las siguientes "variables locales compiladas":

←X : La posición actual "global" X del sistema de cargas sobre las barras seleccionadas  
 ←M : La barra cargada actualmente con la primera carga del sistema de cargas  
 ←x : La posición actual local x de la primera carga del sistema de cargas en la barra ←M  
 ←L : La longitud total de las barras seleccionadas

El programa MOVLD.USR no debería alterar la pila (pero está protegido en el caso de que lo haga).

Ejemplos:

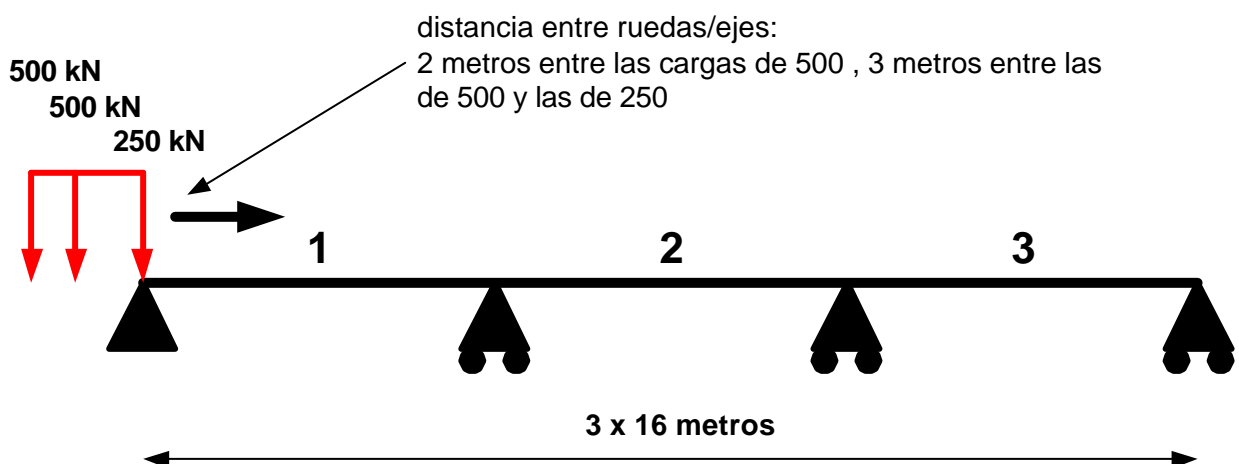
*Mostrar el valor de la x local y el MLC actual*

```
<<
0 AV¿ @ no autoview
"Current local pos: " @ Cadena de texto informativa
←x + 4 DISP @ añade la x local a la cadena y la muestra en la línea 4
"Current MLC:" 5 DISP @ Cadena de texto informativa y la muestra en la línea 5
MLC→ 6 DISP @ llama MLC y la muestra en la línea 6
>>
```

*Influencia de la carga móvil en el momento en un punto concreto de una barra (usa el módulo QUERY ySDAT)*

```
<<
0 TAG¿ @ no tags
←X @ pos de la X global, usada para identificar la pos de la carga
1 1.5 MX @ momento de la barra 1 en la x local x = 1.5 para la pos actual
2 →ARRY Σ+ @ crea un vector y lo almacena en ΣDAT
>>
```

### Ejemplo 1 del uso de MOVLD

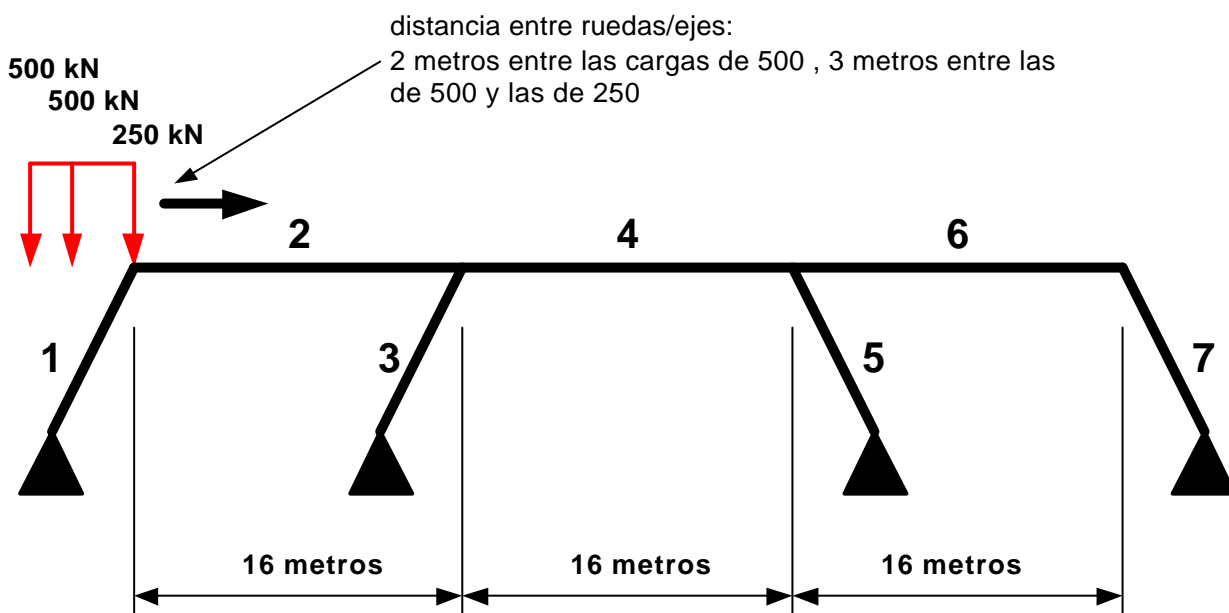


En el ejemplo 1, la estructura es una viga continua. El sistema de cargas definido se moverá a lo largo de toda la viga (barras 1, 2 y 3). El tamaño de pasose fija en 1 metro.



Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
{ 1 2 3 }	[[ 0 500 0 0 ]	[ -5 48 1 ]	→	
or	[ 0 500 0 2 ]			
{ }	[ 0 250 0 5 ]]			

#### Ejemplo 2 del uso de MOVL



En el ejemplo 2, la estructura es un pórtico con un tablero. El sistema de cargas se moverá a lo largo de todo el tablero (barras 2, 4 y 6). El tamaño de pasose fija en 1 metro.

Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	→	Nivel 1
{ 2 4 6 }	[[ 0 500 0 0 ]	[ -5 48 1 ]	→	
	[ 0 500 0 2 ]			
	[ 0 250 0 5 ]]			

Note que las coordenadas globales de los nudos no influyen en las coordenadas x "globales" del intervalo del sistema de cargas (Argumento del nivel 1). Los miembros seleccionados definen un nuevo sistema de coordenadas "global", donde  $X=0$  es el nudo de inicio  $N_i$  de la primera barra seleccionada y  $X=L_{total}$  es el nudo  $N_j$  de la última barra seleccionada.  $L_{total}$  es la longitud total de las barras seleccionadas. No hay comprobación de barras giradas y/o diferentemente inclinadas.

## 9. MÓDULO LCASE

### 9.1 Descripción

Este módulo es opcional y da comandos para manejar casos de carga y combinaciones de los mismos con FEM48. Las características son:

- Se pueden definir ilimitados casos de carga
- Se puede definir ilimitadas combinaciones de cargas
- Las cargas NLD NO son tratadas como cargas sino como una parte de la definición de la geometría (apoyos) y NO están disponibles para casos de carga ni combinaciones (una sola definición de NLD para todos los casos y combinaciones, solamente como apoyos)
- El comando SCALC2 llama al comando SCALC (4.3.47) para cada caso de carga<sup>11</sup>

### 9.2 Estructura del menú

El módulo LCASE proporciona el comando FEM2, que es casi igual que el comando FEM, pero redefine y añade algunos comandos para manejar casos y combinaciones de cargas. Los comandos más notables añadidos son CASEPRE, COMBPRES, SCALC2, CASEPOST y COMBPOST, ver debajo. Ver 1.5 para una descripción completa del menú de todos los módulos de FEM48.

### 9.3 Como usa el módulo LCASE

Debajo hay una pequeña indicación sobre como usar el módulo LCASE, vea también el flowchart en la sección 9.5:

- Defina su geometría: NODE, MEMB, PROP, SUPP, MREL y NLD (!)
- Repita la secuencia de abajo para todos los casos de carga:
  - Defina las cargas: NLF, MLC, MLX, MLZ y MLT
  - Guarde las cargas y el caso de carga con el comando CASEPRE (Caso Nuevo)
- Repita la secuencia de abajo para todas las combinaciones de carga:
  - Defina combinaciones de cargas con el comando COMBPRES<sup>12</sup> (Combinación Nueva)
- Calcule la estructura con el comando SCALC2
- Elija un caso de carga o una combinación para la que ver los resultados con el comando CASEPOST o COMBPOST
- El resto de comandos de los módulos FEM48, QUERY, PRINT y WIZRD funcionan exactamente igual que antes

### 9.4 Referencia de comandos

#### 9.4.1 ABOUTFEMLCASE

Muestra la versión del módulo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"

#### 9.4.2 FEM2

Muestra el menú FEM2.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

#### Comentario:

Ver también el comando LCAS<sub>i</sub> (4.3.54).

<sup>11</sup> Ya que la matriz de rigidez es también ensamblada para caso de carga (!), esto tiene que ser así debido a la instalación y la memoria modular.

<sup>12</sup> Realmente esto también es posible después de ejecutar el comando SCALC2, ya que las combinaciones son ensambladas "al vuelo"

## 9.4.3 CASEPRE

Pre-procesador de casos de carga. Con este comando puede guardar las cargas actuales como un caso nuevo, sobrescribir uno con las actuales, editar un caso, renombrar o borrar caso en un entorno explorador.

<b>Nivel 1</b>	→	<b>Nivel 1</b>
	→	

**Comentario:**

- Caso nuevo Salva las cargas actuales como un caso de carga con el nombre dado (después las cargas del caso de cargas son borradas de NLF, MLC etc.)
- Sobrescribir Caso Sobrescribe el caso de cargas seleccionado con las actuales (después las cargas del caso de cargas son borradas de NLF, MLC etc.)
- Editar Caso Pone el caso elegido como actual (después edite NLF, MLC etc. Y sobrescribe el Caso)
- Renombrar Caso Renombra el caso de cargas seleccionado
- Borrar Caso Borra el caso seleccionado (o todos), el caso(s) también se borra de las combinaciones

## 9.4.4 COMBPRES

Pre-procesador de combinaciones de carga. Con este comando puede administrar las combinaciones de carga con un entorno explorador

<b>Nivel 1</b>	→	<b>Nivel 1</b>
	→	

**Comentario:**

- Combi Nueva Crea una nueva combinación de los casos de carga definidos
- Editar Combi Edita una combinación de cargas ya definida
- Renombrar Combi Renombra la combinación de cargas seleccionada
- Borrar Combi Borra la combinación de cargas seleccionada (o todas)

## 9.4.5 SCALC2

Calcula la estructura actual y todos los casos de carga definidos.

<b>Nivel 1</b>	→	<b>Nivel 1</b>
	→	

**Comentario:**

La geometría definida se guarda al calcular y es restaurada por los comandos CASEPOST y COMBPOST. Si sólo hay un caso presente los resultados de ese caso de carga son automáticamente cargados por CASEPOST. Si hay más casos presentes tendrás que hacer esto usted mismo con los comandos CASEPOST (9.4.6) y COMBPOST (9.4.7). Se ejecutará más o menos un 10% más rápido si la opción FAST<sub>2</sub> (4.3.56) está activada. SCALC2 utiliza el solver de Cholesky (en vez del interno de HP) que está optimizado para rapidez y ahorro de memoria.

## 9.4.6 CASEPOST

Selecciona el caso de carga para el post-proceso.

<b>Nivel 1</b>	→	<b>Nivel 1</b>
	→	

## 9.4.7 COMBPOST

Selecciona la combinación de carga para el post-proceso.

<b>Nivel 1</b>	→	<b>Nivel 1</b>
	→	

## 9.4.8 SINFO2

Muestra información sobre la estructura y sobre el caso/combinación<sup>13</sup> de cargas actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

## 9.4.9 PGLD2

Borra todas las cargas actuales.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Las cargas NLD no se consideran como tales sino como apoyos y no se borran. Este comando funciona sin confirmación. Sin embargo, el comando si pide confirmación cuando se ejecuta desde el menú FEM2 (9.4.1). La versión programable está disponible en el menú FEM2 con shift/izdo.

## 9.4.10 PGRS2

Borra los resultados del cálculo de la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Puede utilizarse para ahorrar memoria cuando los datos están guardados, ver SAVEFEM2 (9.4.13). Este comando funciona sin confirmación. Sin embargo, el comando si pide confirmación cuando se ejecuta desde el menú FEM2 (9.4.1). La versión programable está disponible en el menú FEM2 con shift/izdo.

## 9.4.11 NEWFEM2

Comienza una nueva estructura "vacía".

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Si la estructura actual no está "vacía" se le preguntará si quiere salvar la actual antes de ser reemplazada por una nueva "vacía".

## 9.4.12 OPENFEM2

Abre una estructura previamente guardada. Puede elegir el archivo a abrir con una interfaz similar a al motor de ventanas de opciones de la HP48. El explorador OPENFEM2 es mucho más rápido.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

**Comentario:**

Si la estructura actual no está "vacía" se le preguntará si quiere salvar la actual antes de ser reemplazada por la abierta. OPENFEM2 buscará archivos con la extensión LCS (p.e. Truss.LCS) en el directorio actual.

## 9.4.13 SAVEFEM2

Guarda la estructura actual como un archivo.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	

<sup>13</sup> en el modo post-proceso

**Comentario:**

LA extensión LCS es añadida automáticamente por el programa. La estructura se salva en el directorio actual como Library Data. Se permiten nombres ilegales (p.e. Truss Big). Se puede ahorrar memoria con el compresor BZ instalado en la HP48. Los archivos guardados se comprimirán primero con BZ si la opción BZ (con BZ<sub>i</sub> (4.3.72)) está activada. Se puede alcanzar una reducción adicional borrando los resultados del cálculo con PGRS2 (9.4.10) antes de salvar el archivo. Note que tendrá que recalcular la estructura cuando abra de nuevo el archivo.

## 9.4.14 →FEM2

Almacena la estructura actual como un archivo LCS.

Nivel 1	→	Nivel 1
Library Data	→	
0	→	

sobrescribe la estructura actual  
borra la estructura actual

**Comentario:**

Diseñado para el uso en programación. Sobrescribe o borra la estructura actual. Chquea la validez del Library Data.

## 9.4.15 FEM2→

Llama (a la pila) la estructura actual como un objeto Library Data.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	Library Data

**Comentario:**

Diseñado para el uso en programación.

## 9.4.16 →SNAM2

Almacena una cadena como el nombre de la estructura actual.

Nivel 1	→	Nivel 1
"string"	→	

**Comentario:**

Diseñado para el uso en programación.

## 9.4.17 SNAM2→

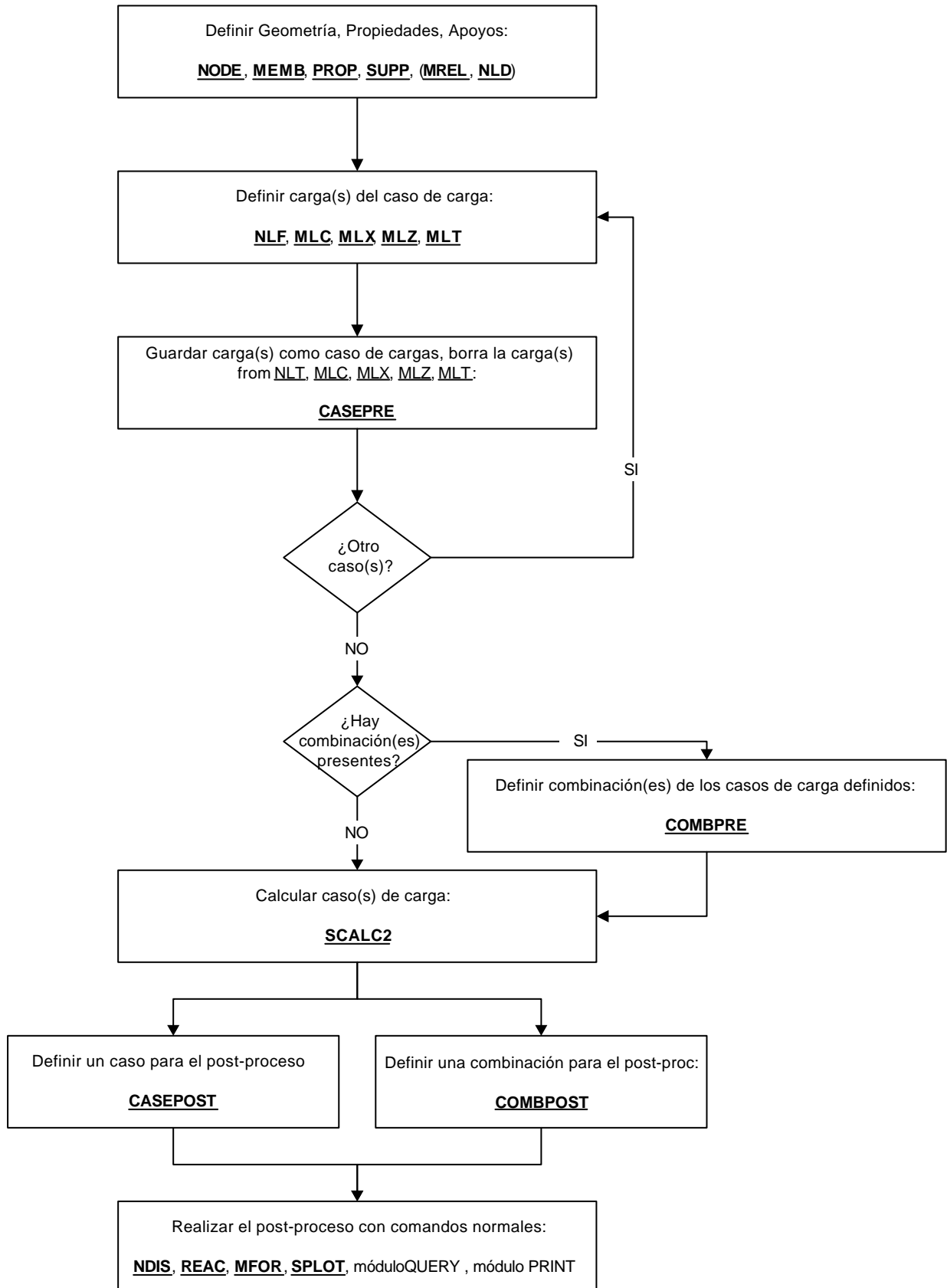
Llama (a la pila) el nombre de la estructura actual como una cadena.

Nivel 1	→	Nivel 1
	→	"string"

**Comentario:**

Diseñado para el uso en programación.

## 9.5 Organigrama de flujo de LCASE



## 10. CONSEJOS Y TRUCOS

### 10.1 Cálculos a mano

Cuando calcula estructuras a mano no tiene en cuenta la deformación axil. Así pues esta diciendo: las barras no se acortan ni se alargan. Cuando compruebe esos cálculos con FEM48 tiene que ser consciente de fijar una rigidez axil muy grande<sup>14</sup> (hacer el área de la sección muy grande), de otro modo obtendrá respuestas que no se podrán comparar con sus resultados manuales.

### 10.2 Apoyos no concordantes

FEM48 no maneja apoyos no concordantes por defecto. Sin embargo puede hacerlo usando un truco. Reemplace el apoyo no concordante por una barra inclinada en la misma dirección que la fuerza de reacción del apoyo. Esta barra debe ser muy rígida longitudinalmente y tener una rótula (4.3.25) en el nudo donde se quiere el apoyo inclinado. En el otro extremo defina un apoyo doble (que permita el giro). El axil de esa barra será su fuerza de reacción. Puede que necesite experimentar un poco antes de conseguir la rigidez axil y la longitud de la barra correcta.

### 10.3 Estructuras múltiples

FEM48 no comprueba si hay varias estructuras. Así se pueden calcular dos estructuras (no unidas por ninguna barra) al mismo tiempo.

### 10.4 Errores de ejecución

Los errores de ejecución se pueden introducir usando cargas de temperatura. Por ejemplo, una barra con una longitud de 5 metros y un error de 5 mm más corta. El cálculo de la carga de temperatura es el siguiente:

$$L := 5 \cdot \text{m} \quad \Delta L := -5 \cdot \text{mm} \quad \alpha := 10^{-5} \cdot \frac{1}{\text{K}} \quad \varepsilon := \alpha \cdot T_{\text{axi}} \quad \varepsilon := \frac{\Delta L}{L} \quad T_{\text{axi}} := \frac{\Delta L}{\alpha \cdot L} \quad T_{\text{axi}} = -100 \text{K}$$

### 10.5 Cargas de temperatura aleatorias

Al contrario que el ejemplo dado en la descripción del comando MLT (4.3.43), las cargas de temperatura suelen ser discontinuas y/o no lineales. Incluso así estas cargas de temperatura se pueden reducir a una tensión/fuerza normal y una curvatura/momento. Después de la descomposición obtendrá una tercera componente<sup>15</sup>, que no será ni un alargamiento ni una curvatura si no unas tensiones<sup>16</sup>! Las fórmulas utilizadas para descomponer cualquier carga de temperatura se muestran debajo, donde x es cero en el extremo superior de la sección y sentido positivo hacia abajo,  $\Delta T(x)$  es su función de temperatura :

$$\Delta T_{\text{axial}} = \frac{1}{\text{Area}} \cdot \int_0^{\text{height}} \Delta T(x) \cdot \text{width}(x) \, dx \quad \Delta T_{\text{difference}} = \frac{\text{height}}{\text{Inertia}} \cdot \int_0^{\text{height}} \Delta T(x) \cdot \text{width}(x) \cdot (x - z_{\text{top}}) \, dx$$

$$\Delta T_{\text{bending}}(x) = \frac{\Delta T_{\text{difference}}}{\text{height}} \cdot (x - z_{\text{top}}) \quad \Delta T_e(x) = \Delta T(x) - (\Delta T_{\text{axial}} + \Delta T_{\text{bending}}(x))$$

### 10.6 Proceso de listas paralelo

Esto funciona con: NX, VX, MX, UXX, RYX, UZX, NTAB, VTAB, MTAB, UXTAB, RYTAB y UZTAB.

<sup>14</sup> Sólo si hay barras en la estructura con carga axil.

<sup>15</sup> Aquí llamado  $\Delta T_e(x)$ .

<sup>16</sup> Deformación debida a la "tercera componente" sólo ocurrirá en el/los extremo(s) libres de la sección.

## 10.7 Programación

Dado que FEM48 es completamente programable puede adaptarlo fácilmente a sus necesidades. Debajo se muestra un programa UserRPL que calcula una tabla de tensiones para la barra deseada<sup>17</sup>. Se calculan la tensión cortante y la combinada del axil y el flector en la fibra superior en inferior. Se necesita el módulo QUERY.

**Sintaxis de la pila :**

Nivel 1	→	Nivel 1
integer	→	[[ matrix ]] $n \times 4$

**Comentario:**

El programa UserRPL necesita una matriz de datos llamada PROP3 como una variable en el directorio actual (o hijo). Esta matriz contiene propiedades adicionales de la sección, donde cada fila de PROP3 corresponde a la misma fila de PROP (4.3.16, comando FEM48). La matriz PROP3 debe tener el mismo número de fila que la definida en PROP y usada por FEM48.

La columna 1 de PROP3 debería contener el área para la tensión cortante (rasante). Note que puede ser diferente que la definida en PROP (Con vigas de acero en H por ejemplo)! Si es la misma tan sólo introduzca un cero (0) y el programa usará el área definida en PROP (Ver el código debajo). La columna 2 de PROP3 debería contener la distancia de la línea neutra a la fibra superior, z-top. La columna 3 de PROP3 debería contener la distancia de la línea neutra a la fibra inferior, z-bottom.

Los resultados del cálculo son: [[ x  $\tau$   $\sigma_{top}$   $\sigma_{bot}$  ]]

¡Note que el programa ha sido diseñado con fines educativos, no para ser rápido ni ocupar poco!

```
«
  AV? 0 0 0 0 0
→
memb av prop area mrtop mrbot table @LOCAL VARIABLES
«
  0 AV¿ @NO AUTOVIEW
  "Stress Table:

[[ x  $\tau$   $\sigma_{top}$   $\sigma_{bot}$  ]]

"
  3 DISP @DISPLAY CALC STATUS
  MEMB→ memb 3 * GET @PROP#
  'prop' STO
  PROP3 prop 3 * 2 - GET @AREA
  IF
    DUP 0 ≤ @HANDY TO TYPE LESS INPUT
  THEN @USE STD AREA
    DROP
    PROP→ prop 3 * 2 - GET @AREA OF FEM48 PROP
  END
  'area' STO
  PROP→ prop 3 * 1 - GET @IY
  DUP
  PROP3 prop 3 * 1 - GET @GET ZTOP FROM PROP3 VARIABLE
  / 'mrtop' STO
  PROP3 prop 3 * GET @GET ZBOT FROM PROP3 VARIABLE
  / 'mrbot' STO

  memb VTAB @CALULATE VTABLE
```

<sup>17</sup> Note que con la introducción de la versión 5.2, los cálculos de tensión están incluidos en el módulo QUERY. El ejemplo se mantiene para fines educativos.



memb NTAB	@CALULATE NTABLE
memb MTAB	@CALULATE MTABLE
DUP →COL DROP	@INITIALIZE TABLE
DUP DUP 4 COL→	
'table' STO	
1 KEYP→	@FILAS OF TABLE EQUALS KEYPNTS
FOR j	
OVER	@COPY OF NTABLE
j 2 * GET	@GET N
area /	@AXIAL STRESS
OVER	@COPY OF MTABLE
j 2 * GET	@GET M
mrtop /	@BENDING STRESS
-	@COMBINE TO $\sigma_{TOP}$
table	
j 4 * 1 - ROT PUT	@PUT IN TABLE
'table' STO	
OVER	@COPY OF NTABLE
j 2 * GET	@GET N
area /	@AXIAL STRESS
OVER	@COPY OF MTABLE
j 2 * GET	@GET M
mrbot /	@BENDING STRESS
+	@COMBINE TO $\sigma_{BOT}$
table j 4 * ROT PUT	@PUT IN TABLE
'table' STO	
3 PICK	@COPY OF VTABLE
j 2 * GET	@GET V
area /	@SHEAR STRESS
table j 4 * 2 - ROT PUT	@PUT IN TABLE
'table' STO	
NEXT	
DROP2 DROP	@DROP NTABLE VTABLE MTABLE
table	@RECALL STRESS TABLE
IF	
RND?	@USE ROUNDING?
THEN	
RVAL→ RND	@GET ROUNDING VALUE AND RND
END	
IF	
TAG?	@USE TAGS?
THEN	
SNAM→ " " + memb +	@TAG WITH NAME, MEMBER#,
" x $\tau$ $\sigma_{top}$ $\sigma_{bot}$ " +	@AND ARRAY FORMAT
→TAG	
END	
av AV <sub>i</sub>	@RESTORE AV TOGGLE
»	
»	

## 11. MISCELÁNEA

### 11.1 Uso de memoria

Una buena estimación, con memoria significando el número de bytes libres necesarios y nudos el número de nudos de la estructura es :

$$\text{memoria} = 1.1 \left[ 15 + 8 (3 \text{ nudos})^2 \right]$$

que aproximadamente es igual a:

$$\text{memoria} = 79 \text{ nudos}^2$$

### 11.2 Velocidad

La velocidad de FEM48 depende principalmente de la versión de la librería (estándar o comprimida) y el puerto en que se almacena (protegido o no protegido). Una buena estimación es :

- Las versiones comprimidas se ejecutan un 20% más lentas que las estándar
- Cuando se guardan en un puerto protegido (2 o mayor) la ejecución es un 13% más lenta que cuando se guarda en un puerto no protegido (0 ó 1)

Las mediciones fueron hechas para la rutina SCALC.

### 11.3 Limitaciones

A pesar de que FEM48 es muy potente tiene estas limitaciones :

- FEM48 sólo debe ser usado para calcular estructuras con movimientos relativamente pequeños .
- La deformación debida al cortante no se tiene en cuenta. Para secciones rectangulares la influencia de esta deformación empieza a ser apreciable cuando las barras son más cortas de 5 veces su canto.

## 12. AUTOR Y CRÉDITOS

### 12.1 Author

FEM48 ha sido creado por Caspar Lugtmeier.

Contactar con el autor<sup>18</sup>: [c.lugtmeier@hccnet.nl](mailto:c.lugtmeier@hccnet.nl)

Visitar su página web: <http://home.hccnet.nl/c.lugtmeier>

### 12.2 Créditos

Me gustaría dar las gracias a las siguientes personas :

- Todos los usuarios que me dieron su apoyo e hicieron preguntas (y por tanto me motivaron a mejorar FEM48)
- Gjermund Skailand por permitirme usar su Cholesky matrix solver
- Héctor Bernardo por traducir este Manual de Uso al español
- Oscar Fuentes Fuentes por crear el Spanish Examples Manual
- Edwin Córdoba por convertir FEM48 v4.4 y anteriores a la HP49 (¡y hacerlo más de una vez!)
- Alex Tomanovich y Alexander Reif por los test-beta y por dar sugerencias para mejorar FEM48
- Mika Heiskanen y Jan Brittenson por crear Jazz
- Sebastien Carlier y Christoph Gießelink por crear y mejorar EMU48
- Eric Rechlin por añadir FEM48 a su maravillosa página [www.hpcalc.org](http://www.hpcalc.org)

---

<sup>18</sup> En el caso de preguntas: después de haber leído el manual (sólo en inglés)...

## 13. INSTALACIÓN

### 13.1 Instalación

Las librerías de los módulos de FEM48 se pueden instalar en cualquier puerto libre de la calculadora. Sin embargo, funcionarán más rápido desde un puerto no protegido, como es el 0 o el 1. Para FEM48 haga lo siguiente:

- Transfiera la librería del módulo a su calculadora y colóquela en la pila.
- Teclee en la pila el número de puerto donde desee almacenarla y pulse el botón STO.
- Reinicie la calculadora pulsando simultáneamente ON y C.
- Borre la variable que aún contiene la librería del módulo.

En caso de duda por favor consulte el capítulo 28 de la Guía del Usuario de la HP48 o el capítulo 11 de la Guía del usuario Avanzado de la HP49.

### 13.2 Características

Módulo	ID de librería	HP48				HP49		Opcional	Misc.
		"estándar"		"comprimida"		bytes	checksum		
		bytes	checksum	bytes	checksum				
FEM4x	1605	29367	19612d	22586.5	13375d	29588	38666d	no	-
QUERY	1606	15662	607d	12896	40780d	15782.5	51289d	si	Sin nombre
WIZRD	1607	10692.5	37226d	8992	52689d	10887.5	1113d	si	Sin nombre
PRINT	1608	4689.5	56977d	3082.5	56337d	4699.5	23158d	si	Sin nombre
MOVL	1604	2386.5	13180d	1987.5	57493d	2410.5	40232d	si	Sin nombre
LCASE	1603	10366.5	5812d	9037.5	35585d	10394	34694d	si	Sin nombre
		73164		58582		73762			

**Indicadores (Flags) utilizados :**

-20, -21 y -22

(SCALC, SCALC2 y MOVL, desactivadas)

**Variables utilizadas:**

- FEM\_in, FEM\_ck, FEM\_out and FEM\_cfg
- LCASE\_in, LCASE\_ck, LCASE\_out, LCASE\_comb, LCASE\_geo y LCASE\_name
- FEM\_prop2
- ↑NDIS, ↓NDIS, ↑REAC, ↓REAC, ↑MFOR y ↓MFOR

(módulo FEM48, en el directorio oculto)

(módulo LCASE, en el directorio oculto)

(módulo QUERY, en el directorio oculto)

(módulo MOVL, en el directorio actual)

**Lenguaje utilizado:**

- SystemRPL (99%) y Assembly (1%)

### 13.3 Estadísticas

Módulo	Número de XLIBS		
	Con nombre <sup>19</sup>	Sin nombre <sup>20</sup>	Total
FEM48	84	125	209
QUERY	48	54	102
WIZRD	13	26	39
PRINT	11	9	20
MOVL	2	6	8
LCASE	17	34	51
	<b>175</b>	<b>254</b>	<b>429</b>

<sup>19</sup> comandos

<sup>20</sup> subrutinas

## 14. HISTORIA DE LAS VERSIONES

### Versión 5.3

---

También disponible como FEM49, convertido por el autor de FEM48

#### Módulo FEM48

- Ajustes de configuración por defecto cambiados .
- Cambio en el orden de las etiquetas del menú INPUT cuando LCASE está activo

### Versión 5.2

---

#### Módulo FEM48

- Respuesta a las entradas erróneas en los formularios mejorada
- La tecla ON cancela la entrada en los formularios , antes borraba la línea de comando
- Corregido un pequeño bug en el comando MATV
- El formato de los archivos ha cambiado (debido a la definición de PROP2 del módulo QUERY)

#### Módulo QUERY

- Se ha añadido cálculo de tensiones (cortante [rasante], combinación axil+flector, Huber-Hencky)
- Menú de QUERY modificado (las teclas funcionan en los tres planos )

#### Módulo PRINT

- Corregido un pequeño bug en el comando STRV

### Versión 5.1

---

#### Módulo FEM48

- Ajustes de configuración por defecto cambiados .

#### Módulo MOVLD

- Las cargas móviles se pueden utilizar en cualquier tipo de estructura (antes sólo se podía en vigas)

#### Módulo WIZRD

- Se han añadido los comandos MLCG, MLXG y MLZG: generan cargas MLC, MLX y MLZ en el sistema global.
- Menúgrobs actualizados

### Versión 5.0

---

#### Módulo LCASE

- Nuevo módulo de casos y combinaciones de cargas
- Ahora puede guardar cargas como casos de carga y hacer combinaciones con ellos
- Incluye actualizaciones de los comandos de FEM48 como SAVEFEM2, PGLD2, SCALC2 etc.

#### Módulo FEM48

- Se añaden cargas de temperatura con el comando MLT
- Ahora se muestra la posición de la elección y la longitud de la lista en el FBROW browser
- Ahora SCALC usa siempre el Cholesky solver
- Añadida la comprobación del estado de comandos conmutables (p.e. ahora BZ<sub>i</sub> lo cambia y BZ? da el estado)
- Comando CHOL eliminado
- Se añade el comando LCAS
- Pantalla SINFO cambiada
- Se añade protección a FBROW para textos de encabezamiento demasiado largos
- Se elimina el autocálculo para el comando SPLOT (cuando DFOR<sub>i</sub> esté activado)

#### Módulo QUERY

- Los comandos NPLT, VPLT, MPLT, UXPLT, RYPLT y UZPLT se han modificado, ahora es posible dibujar los diagramas de N, V, M, etc. para más de una barra en la pantalla (vigas continuas)
- Ahora se puede navegar en los diagramas, se muestran los valores debajo del mismo (modo de trazado gráfico)
- removed batchplot facilities
- Se a quitado el comando QMEM, ahora se da la barra para cada comando (más rápido)
- Escala de dibujo de los valores constantes mejorada (ahora se dibujan en la mitad de la pantalla)
- Se mejora la respuesta a la tecla ON (cancelar)
- Añadido el etiquetado opcional para los resultados de la pila

### *Módulo WIZRD*

- Añadido lx al enlace SED48 (sólo había opción para ly e lz), el orden es ahora: lx ly lz, por defecto ly
- Bug solucionado: Ahora la selección de lz en el enlace a SED48 coge lz correctamente (cogía ly)

### *Módulo PRINT*

- Todos los valores no enteros se muestran usando el formato de la pila (p.e. 3 ENG)

### *Módulo MOVLD*

- El comando está disponible ahora desde el menú FEM (Shift-izdo. SCALC o SCALC2)
- Ahora es una librería sin nombre

---

## Version 4.4

También disponible como FEM49, gracias a Edwin Córdoba

### *Módulo FEM48*

- Bug corregido en el comando OPENFEM
- Cambio en el texto del formulario de entrada para NODES

---

## Version 4.3

También disponible como FEM49, gracias a Edwin Córdoba

### *Módulo FEM48*

- Añadido el Cholesky matrix solver, gracias a Gjermund Skailand, está escrito en ensamblador y es mucho más rápido y usa menos memoria que el solver de HP : utilice este solver por defecto!
- Se ha quitado el Gauss matrix solver (obsoleto debido al Cholesky solver)
- Se han añadido grobs para los apoyos elásticos
- Manejo de los movimientos impuestos mejorado:  
Las cargas NLD ahora sustituyen los apoyos : no hay que volver a liberar un grado de libertad al imponer un NLD  
Salida de REAC mejorada: incluso con cargas NLD, cada nudo con reacción ahora solo se nombra una vez
- Se ha añadido un interfaz UserRPL para el FEM browser: FBROW

### *Módulo WIZRD*

- Se ha hecho la estructura del asistente más uniforme, todos los asistentes piden la entrada de luz/vanos
- Se añade el asistente para secciones formadas por varios rectángulos, secciones en T, I, rectangulares, etc.

---

## Versión 4.2

También disponible como FEM49, gracias a Edwin Córdoba

### *Generador MOVLD*

- Un nuevo generador de cargas móviles
- Defina un sistema de ilimitadas cargas concentradas y el intervalo+tamaño de paso
- Obtenga los NDIS REAC y MFOR mínimos y máximos en el directorio actual
- Cuando esté definido se ejecuta el MOVLD.USR después de cada paso, puede añadir su propio post-proceso

- Disponible como una librería independiente: MOVLD con el número 1604

### Módulo FEM48

- Se añade mostrar número de nudo & barra en SPLOT
- Gran cambio en el manejo interno de archivos: más velocidad (ya que el formato de archivo ha cambiado)
- Añadida caché para el chequeo de datos: mayor velocidad
- Código mejorado para las rutinas de chequeo de datos
- Añadido explorador a OPENFEM: más velocidad
- Añadido el solver opcional de GAUSS, ahora puede calcular grandes estructuras (es algo lento)
- Añadido el comando programable STYPE: muestra el tipo de estructura como una cadena
- Añadida confirmación para PGLD y PGRS sólo en los menús
- Se elimina la muestra del estado inversa
- Quitados los indicadores "shift" durante el cálculo
- Se han movido los comandos STRV al módulo PRINT
- Rutina YesNo rescrita, ahora acepta las teclas de menú YES/NO y las teclas ENTER/ON
- Bug solucionado: ahora la entrada de NLD no es sobrescrita tras el cálculo
- Bug solucionado: el ruido de reloj es suspendido por el comando BORRAFEM
- Bug solucionado: ahora 0 ->FEM funciona bien
- Las XLIBS han cambiado respecto a la v4.1 -> por favor, revise sus programas UserRPL que contengan comandos de FEM
- Algunos cambios menores

### Módulo WIZRD

- Añadido el generador de propiedades: Rectangular, Circulo, Anillo circular, Numérica, SED48 Database (!)
- Sobre el enlace a SED48: Consiga SED48 \*\*versión 1.2\*\* en mi página web, WIZRD busca las propiedades { "A" "Iy" "E" } or { "A" "Iz" "E" }, Una rutina para la conversión mm N <-> m kN está incluida en el programa
- Añadido un generador de peso propio(!)
- Añadidos generadores de cables Pre/Postesados
- Ahora completamente en SysRPL igual que el resto de los módulos

### Módulo QUERY

- Se permite un número de puntos entre 2=<puntos=<131 (antes 3=<puntos=<50)

### General

- Quitadas todas las entradas no soportadas, esto es para mejorar la compatibilidad del código al pasar a la HP49

### Versión 4.1 pre-release

---

- Se han hecho \*todos\* los comandos programables (!), la librería 1604 (Ver v4.0/3.3) no será necesaria
- Nota: \*todos\* los comandos (listos para el uso programable) están disponibles desde el menú FEM (tan sólo pruebe SD o SI en las etiquetas para ver a lo que me refiero con \*todos\* los comandos :)
- Añadidos algunos comandos extra para una administración de archivos fácilmente programable ->FEM, FEM-> almacena y llama el archivo actual ->SNAM, SNAM-> almacena y llama el nombre: 0 ->FEM borra el archivo FEMpar file ! (en el directorio oculto)
- Añadida la opción para un editor de matrices o de texto configurable en la segunda fila del menú FEM (AV)
- Añadida la opción de demora entre batchplots (espera una pulsación o una pausa de X segundo entre pantallas)
- STYPE ahora solo muestra el tipo de estructura, SFRAM y STRUS seleccionan el mismo.
- El programa CKFEM es ahora parte de la librería FEM48
- Pequeñas mejoras en el código
- Quitadas algunas entradas no soportadas en dibujar, acelera el dibujo
- Todas los dibujos se muestran sin que desaparezca el menú, no hará falta presionar teclas para reanudar el análisis (esto también mejora el uso en programación)
- Se ha quitado la opción ->PICT, se ha añadido la opción ->STK para los dibujos

- Opción TSign renombrada [tecla arriba] ella y M sólo funcionan en el dibujo del momento
- Bug corregido: las coordenadas nodales mostradas por el módulo PRINT son ahora X y Z (eran X y Y)
- Bug corregido: Las etiquetas de MINFO (Menú QUERY) están bien ahora (MLU a MLX, MLT a MLZ)
- Bug corregido: Cuando el dibujo de QUERY es constante, las etiquetas + y – tienen el mismo valor
- Quitado el aviso de recalcular
- Quitada la confirmación de los comandos PGLD y PGRS
- Tamaño: quizá quiera comprar una tarjeta RAM nueva :(
- Pero las librerías están disponibles en versión comprimida :)

### Versión 4.0 pre-release

---

- Se han agregado cargas de movimientos impuestos en nudos (NLD) Formato: [[ Nudo UX UZ RY ]], Notas: UX/UZ/Ry =0 : ningún movimiento (pero tampoco apoyo), sea cuidadoso con la combinación con el comando SUPP, un grado de libertad (p.e. UZ del nudo 10) NO puede tener un SUPP y una NLD al mismo tiempo
- Añadida la posibilidad de cargar transversalmente barras con una rótula en los extremos
- Añadidas cargas trapezoidales en barras en la dirección X MLX
- Quitado MLUNI
- Se ha renombrado MLT por MLZ
- Renombrado NL por NLF
- Menús NPUT y RSLT reestructurados
- La librería de programación (1604) aun no está disponible
- Las librerías están disponibles comprimidas con BZ, esto ahorra +/- 25% del tamaño pero son un 10% más lentas, los módulos comprimidos y no comprimidos se pueden mezclar y combinar, no se necesita la presencia de BZ el descompresor UBZ está incorporado
- Se ha hecho disponible el comando CKFE: comprueba la versión/disponibilidad de los módulos de FEM48
- No hay manual aún, por favor, use el manual de la versión 3.2 y lea este archivo (changes.txt) cuidadosamente
- Nota: No todas las características anunciadas tienen porqué estar en la versión release. Todavía se puede conseguir un aumento en la velocidad rescribiendo FEM48. No obstante, el paquete \*final\* de FEM48 es probablemente el programa de cálculo estructural más potente y fácil de usar para cualquier calculadora (HP).

### Versión 3.3 pre-release

---

- Diseño en módulos :
- lib 1605: librería FEM (La librería principal con la interfaz)
- lib 1606: Menú Member Query (librería sin nombre, QUERY en el menú RSLT)
- lib 1607: Menú para el asistente (librería sin nombre, Shift-izdo-INPUT)
- lib 1608: Menú de salida/impresión (librería sin nombre, Shift-izdo-RSLT) \* NUEVA CARACTERÍSTICA \*
- lib 1604: librería de comandos (para programar FEM, aún no está disponible)
- Todos los menús están disponibles desde el menú FEM de la librería FEM (excepto lib 1604)
- La variable FEMpar ahora se guarda en el directorio oculto
- RND(redondeo) cuando se muestran los resultados, el análisis se hace con toda la precisión
- Comandos renombrados, los más notables : CONST > SUPP, SUPPR > REAC, NOCO > DET
- Cambiada la entrada para MREL: 1=libre, 0=empotrada al nudo
- Cambiada la entrada para SUPP: 0=libre, 1=empotrada, <0=muelle
- Añadido un mensaje de error para el análisis de barras UZ y RY cuando la barra tienen una rótula en el nudo inicial (BTW: todavía no se permiten cargas transversales cuando hay un MREL )
- Añadido el comando PGLD (borras cargas )
- Añadido REVIEW (Shift-dcho-abajo) para todos los planos de las teclas. Para ver todos las acciones de las teclas sin shift, shift-dcho y shift-izdo (UTILICE ESTO)
- Añadidas etiquetas numéricas para la barra a analizar y el nº de puntos de estudio
- Reemplazada la ruina ML lineon por el comando estándar ML lineon
- Se han cambiado los grobs para los apoyos



- Salidas separadas para fuerzas y movimientos en el Menú QUERY (MFORC,MDISP > N,V,M,UX,UZ,RY)
- No volverá a salir el error "Cargas sin definir" cuando solo dibuje la geometría
- Se ha cambiado el estilo de todos los comandos INFO
- Se ha cambiado el estilo de varios menús

---

### Versión 3.2

#### *Compresión con BZ*

- Ver 3.2pro
- Las subrutinas se han comprimido así que la librería es mucho más pequeña (-7 kB !)
- No es programable
- Añadido soporte para la librería FWZRD (SI INPUT en el menú FEM)

#### *pro*

- Ver 3.2std
- También disponible como FEM49, gracias a Edwin Córdoba que ha convertido FEM48 para la HP49

#### *std*

- Añadido soporte para el comando EDITB del Meta Kernel
- Añadida la rápida rutina DOVARs para el comando OPEN
- Corregido un pequeño bug que afectaba al llamar a FEM\_cfg (no era un bug de cálculo)
- Ahora casi todos los comandos son programables (La Programmable Edition no estará disponible por separado)
- La Student Edition no estará disponible nunca más
- Manual actualizado para reflejar los cambios

---

### Versión 3.1

#### *pro*

- Ver 3.1std
- Bug corregido en las rutinas para dibujo de los comandos NPLT, VPLT, MPLT, UXPLT, UZPLT y RYPLT
- Ahora se muestra en número de barra en las ventanas de QUERY
- Modificada la pantalla MINFO
- Tamaño: 28092.5 bytes

#### *std*

- Añadida la advertencia de recalcular para CALC
- Se ha renombrado BORRAFEMcfg por BORRAFEM
- Cambiadas algunas rutinas Yes/No y pantallas (SAVE sobrescribe)
- Se ha cambiado la manera de mostrar STYPE
- Se ha mejorado el manual
- Tamaño: 19121.5 bytes

---

### Versión 3.0

#### *pro*

- Ver 3.0std
- Añadida la coordenada X a la salida etiquetada de XFORC y XDISP
- added batchplots for the NPLT, VPLT, MPLT, UXPLT, UZPLT and RYPLT commands
- Ahora el menú QUERY es accesible desde el menú RESULT
- Nuevo estilo para el menú QUERY, ahora MFORC y MDISP están disponibles como comandos con shift de las teclas de menú XFORC y XDISP
- Nuevo estilo para MINFO, el "look" de la pantalla casa coincide ahora con el resto de la librería

- El número de puntos estudiados es mostrado por MINFO
- Tamaño: 28154 bytes

*std*

- EL FORMATO DE ARCHIVOS HA CAMBIADO: No se pueden usar los archivos de versiones anteriores a la 3.0, utilice el conversor incluido en el paquete del programa, Ver "File conversion.txt" para más detalles
- Añadida la opción de poner rótulas en extremos de barra
- Se han añadido "indicadores de ocupado" para mostrar la actividad cuando se está usando FAST
- Nuevo estilo para SINFO , el "look" de la pantalla coincide con el del resto de la librería
- Se ha cambiado el nombre de TYPE por el de STYPE
- Manual mejorado, ahora hay por separado un Manual de uso y un Documento de Ejemplos
- Bug corregido: Ahora, el autocálculo durante la ventana DFOR usa FAST (si está activado)
- Tamaño: 19064.5 bytes

### Versión 2.1

---

*pro*

- Ver 2.1std
- Comandos renombrados : uXPLT > UXPLT, uZPLT > UZPLT, thetaYPLT > RYPLT
- Tamaño: 24997.5 bytes

*std*

- Añadida la opción FAST , puede reducir el tiempo de cálculo hasta en un 10%
- Comandos renombrados : MLTRAP > MLTRP, MEFORC > MEFOR, MEDISP > MEDIS, INFO > SINFO
- Tamaño: 17745.5 bytes

### Versión 2.0

---

*pro*

- Ver 2.1std
- Primer lanzamiento de la versión profesional de FEM48: incluye análisis de vigas
- Formato de archivos idéntico a la versión 2.0std (NO compatible con los formatos de versiones anteriores )
- Documentos actualizados y mejorados para utilizar con las dos versiones
- Los números de versión de la std y pro serán los mismos para hacer más fácil la comparación
- Tamaño: 24795 bytes

*std*

- EL FORMATO DE ARCHIVOS A CAMBIADO: Los archivos de la versión 1.2 no se pueden usar con la 2.0, utilice el programa de conversión incluido con el programa. Ver "File conversion.txt" para más detalles
- Añadidos muelles, ahora puede calcular estructuras con apoyos elásticos , así pues el formato de CONST ha cambiado
- Ahora el nombre se guarda en el archivo FEMpar, esto evita tener que introducir el nombre otra vez cuando salva el trabajo
- Ahora NDISP también muestra el número de nudo, esto es para facilitar la visualización sin el editor de matrices
- Añadido soporte para el compresor BZ, disponible en el menú FILE. Esto reduce considerablemente el tamaño del archivo guardado
- Cuando comienza el cálculo se borran los resultados de FEMpar para ahorrar memoria que se puede necesitar
- Las celosías y los pórticos se muestran con diferentes grobs para los nudos para reconocer fácilmente el tipo de estructura
- Añadido el indicador de estructura calculada (C) a la pantalla INFO
- Añadida una segunda tecla de menú INFO en el menú INPUT
- Ahora la selección de archivo para abrir es a pantalla completa

- Añadida confirmación al comando PGRES
- Se ha movido el botón de menú PGRES de la fila 2 a la 1 del menú FILE
- Añadido TYPE rcl (shift-dcho TYPE)
- Se ha cambiado el nombre de MLLIN por MLTRAP (de lineal a trapezoidal)
- Se ha cambiado el nombre de MFORC por MEFORC (Member End FORCE)
- Se ha cambiado el nombre de MDISP por MEDISP (Member End DISplacement)
- Tamaño: 17568 bytes

---

### Versión 1.3std y 1.3pro

- Lanzada sólo como una versión beta

---

### Versión 1.2std

- Añadido un explorador de archivos, ahora puede guardar (y abrir) sus estructuras con un solo nombre
- Se han mejorado/modificado los documentos.
- Tamaño: 16428 bytes

---

### Versión 1.1std

- Se ha cambiado el menú INPUT, ahora se muestra más rápido
- Se ha quitado el menú CFGR, ahora todos los comandos de configuración están en los menús necesarios
- Ahora se permiten varias cargas por nudo, ya era así para las cargas en barra
- Añadida pantalla de estado para la comprobación de los datos de entrada
- Añadido ver la entrada de datos con el editor interno de matrices o MATRIX
- Añadida la opción de nudos o restricciones para la ventana de dibujo
- Pequeñas mejoras en el código
- Se han modificado los documentos
- Tamaño: 15650 bytes

---

### Versión 1.0std

- Primer lanzamiento completo
- Tipo de interfaz cambiado de explorador a menús (más rápida y abierta)
- Añadida la opción de dibujar
- Añadidas cargas lineales (trapezoidales) en barras
- Cambiado el formato de la matriz de cargas
- Se ha quitado la opción de abrir/guardar archivo, ahora funciona con una variable: FEMpar
- Quitado el bug de momento concentrado en barra
- Se ha quitado la opción de rótulas en extremos de barra, no funcionaba (la opción celosía todavía está disponible)
- Tamaño: 15312 bytes

---

### Versión 0.2beta

- Lanzada en Febrero de 1999
- Primer lanzamiento al público
- Tamaño: 14430 bytes