

Solid Modeling

Keypoints

K

Syntax

K,NPT,X,Y,Z

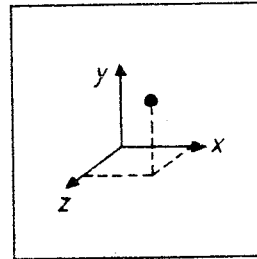
Funktion

Definition von Geometriepunkten.

Parameter

NPT Nummer
X,Y,Z Koordinaten

Beispiel



KDELE

Syntax

KDELE, NP1, NP2, NINC

Funktion

Löscht Keypoints.

Parameter

NP1 Erster zu löschender Keypoint
NP2 Letzter zu löschender Keypoint
NINC Inkrement zwischen NP1 und NP2

KFILL

Syntax

KFILL, NP1, NP2, NFILL

Funktion

Füllt den Abschnitt zwischen zwei gegebenen Keypoints mit weiteren Keypoints auf.

Parameter

NP1 Nummer des ersten Keypoints
NP2 Nummer des zweiten Keypoints
NFILL Anzahl der Keypoints, die zwischen NP1 und NP2 aufgefüllt werden

KGEN

Syntax

KGEN, ITIME, NP1, NP2, NINC, DX, DY, DZ, KINC

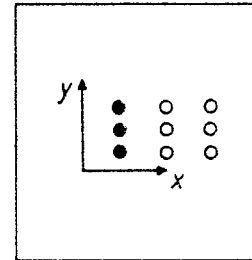
Funktion

Erzeugt Keypoints durch kopieren und versetzen.

Parameter

ITIME Anzahl der Kopien (inkl. Original)
NP1 Erster Keypoint des Originals
NP2 Letzter Keypoint des Originals
NINC Inkrement zwischen NP1 und NP2
DX,DY,DZ Richtung und Betrag, um den versetzt wird (hier x)

Beispiel



KSYMM

Syntax

KSYMM, NCOMP, NP1, NP2, NINC, KINC

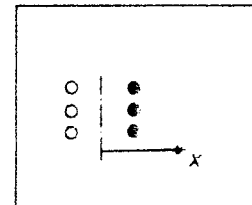
Funktion

Erzeugt Keypoints durch spiegeln.

Parameter

NCOMP Normale der Spiegelachse (hier 1)
NP1 Erster zu spiegelnder Punkt
NP2 Letzter zu spiegelnder Punkt
NINC Inkrement zwischen NP1 und NP2
KINC Inkrement der erzeugten Keypoints

Beispiel



Linien

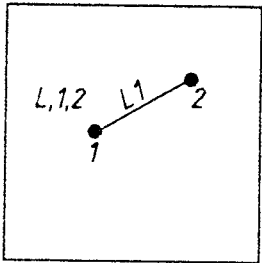
Syntax

L,P1,P2,NDIV,SPACE,XV1,YV1,ZV1,XV2,YV2,ZV2

Funktion

Definiert eine Linie von P1 nach P2.

Beispiel



LDIV

Syntax

LDIV,NL1,RATIO,PDIV,NDIV,KEEP

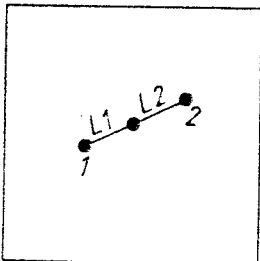
Funktion

Teilt eine Linie in zwei oder mehrere Linien.

Parameter

NL1	Nummer der zu teilenden Linie
RATIO	Längenverhältnis der Teile (default = 0.5)
PDIV	Nummer des neuen Keypoints
NDIV	Anzahl der erzeugten Teile (default = 2)

Beispiel



LCOB

Syntax

LCOB,NL1,NL2,KEEP

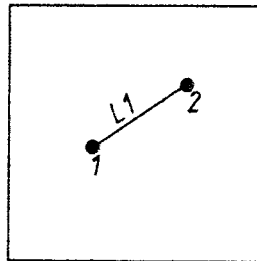
Funktion

Kombiniert zwei anschließende Linien zu einer Linie.

Parameter

NL1	Erste Linie
NL2	Zweite Linie

Beispiel



LDELE

Syntax

LDELE,NL1,NL2,NINC,KSHP

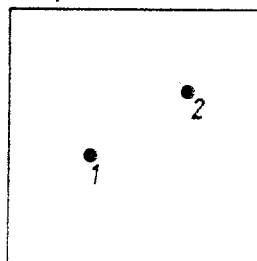
Funktion

Löscht Linien.

Parameter

NL1	Erste zu löschende Linie
NL2	Letzte zu löschende Linie
NINC	Inkrement zwischen NL1 und NL2
KSHP	= 1 anhängende Keypoints werden ebenfalls gelöscht

Beispiel



SPLINE

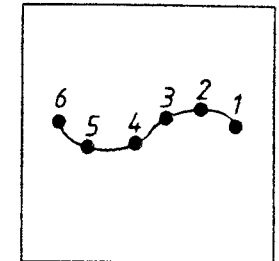
Syntax

SPLINE,P1,...,P6

Funktion

Generiert eine "cubic spline" zwischen P1 und P6.

Beispiel



LARC

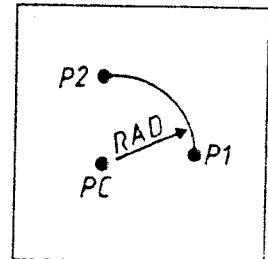
Syntax

LARC,P1,P2,PC,RAD

Funktion

Definiert einen Kreisbogen.

Beispiel



Linien

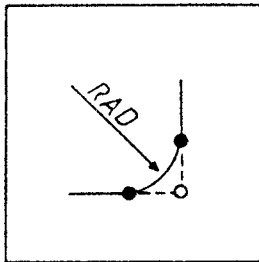
LFILLT

Syntax
LFILLT,NL1,NL2,RAD

Funktion
Erzeugt einen Radius an einer Ecke.

Parameter
NL1 Linie 1
NL2 Linie 2
RAD Radius

Beispiel



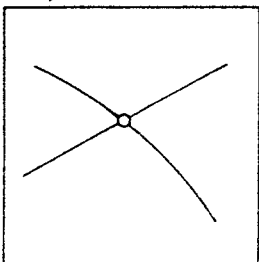
LINTER

Syntax
LINTER,NL1,NL2,PINT

Funktion
Bildet den Schnittpunkt zweier Linien.

Parameter
NL1 Linie 1
NL2 Linie 2

Beispiel



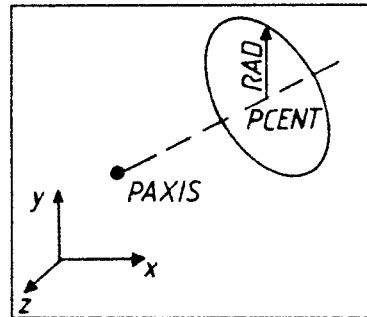
CIRCLE

Syntax
CIRCLE,PCENT,RAD,PAXIS,PZERO,ARC,NSEG

Funktion
Definiert einen Kreis.

Parameter
PCENT Mittelpunkt
RAD Radius
PAXIS Punkt, der die Achse beschreibt, um die der Kreis gezogen wird
ARC Winkelmaß des Kreises (default = 360)
NSEG Anzahl der Kreissegmente (default = 4)

Beispiel



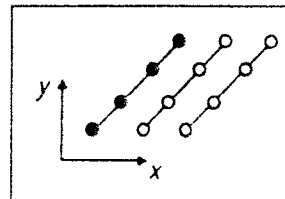
LGEM

Syntax
LGEM,ITIME,NL1,NL2,NINC,DX,DY,DZ

Funktion
Erzeugt Linien durch kopieren und versetzen.

Parameter
ITIME Anzahl der Kopien (inkl. Original)
NL1 Erste Linie des Originals
NL2 Letzte Linie des Originals
NINC Inkrement zwischen NL1 und NL2
DX,DY,DZ Richtung und Betrag, um den versetzt wird

Beispiel



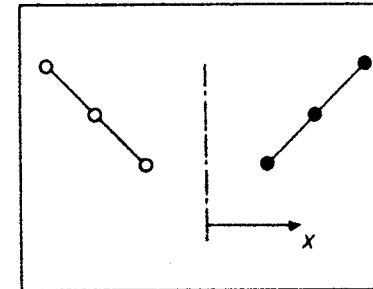
LSYMM

Syntax
LSYMM,NCOMP,NL1,NL2,NINC

Funktion
Erzeugt Linien durch spiegeln.

Parameter
NCOMP Normale der Spiegelachse (hier 1)
NL1 Erste zu spiegelnde Linie
NL2 Letzte zu spiegelnde Linie
NINC Inkrement zwischen NL1 und NL2

Beispiel



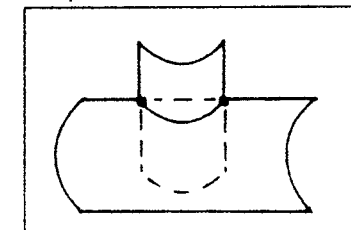
LAIN

Syntax
LAIN,NA1,NA2,PINT1,PINT2,KASUB

Funktion
Erzeugt die Verschneidungslinie zweier Flächen.

Parameter
NA1 Fläche 1
NA2 Fläche 2
PINT1,PINT2 Keypoints der Verschneidungslinie
KASUB = 1 neue Teilflächen werden erzeugt

Beispiel



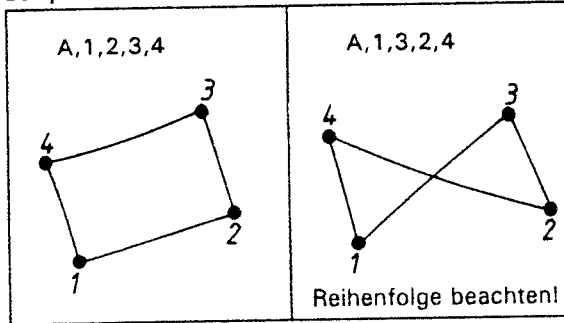
Flächen

A

Syntax
A,P1,P2,P3,P4

Funktion
Definiert eine Fläche zwischen vier Keypoints.

Beispiel

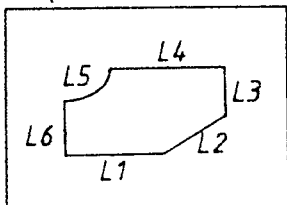


AL

Syntax
AL,L1,...L10

Funktion
Definiert eine Fläche zwischen Linien.
Für Flächen, die mit "AL" definiert sind, gelten bei der weiteren Modellierung gewisse Einschränkungen!

Beispiel



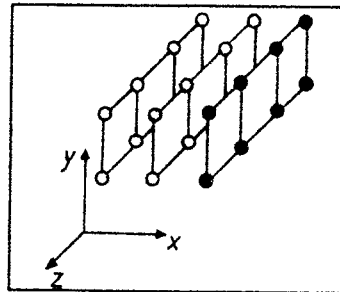
AGEN

Syntax
AGEN,ITIME,NA1,NA2,NINC,DX,DY,DZ

Funktion
Erzeugt Flächen durch kopieren und versetzen.

Parameter
ITIME Anzahl der Kopien (inkl. Original)
NA1 Erste zu kopierende Fläche
NA2 Letzte zu kopierende Fläche
NINC Inkrement zwischen NA1 und NA2
DX,DY,DZ Richtung und Betrag, um den versetzt wird

Beispiel



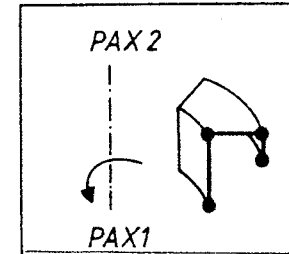
AROTAT

Syntax
AROTAT,NL1,...NL6,PAX1,PAX2,ARC

Funktion
Erzeugt Flächen durch rotieren eines Linienzuges um eine Achse.

Parameter
NL1...NL6 Sechs Linien, die den zu rotierenden Linienzug bilden
PAX1,PAX2 Zwei Punkte, die die Rotationsachse beschreiben
ARC Überstrichenes Winkelmaß

Beispiel



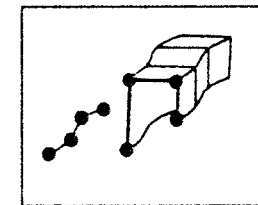
ADRAG

Syntax
ADRAG,NL1,...NL6,NLP1,...NLP6

Funktion
Erzeugt eine Fläche durch ziehen von Linien entlang einer Kurve.

Parameter
NL1,...NL6 Linien, die gezogen werden
NLP1,...NLP6 Linien, die die Ziehkurve beschreiben

Beispiel



ADELE

Syntax
ADELE,NA1,NA2,NINC,KSWP

Funktion
Löscht Flächen von NA1 bis NA2 mit Inkrement NINC.

Parameter
KSWP = 1 anhängende Linien und Keypoints werden ebenfalls gelöscht

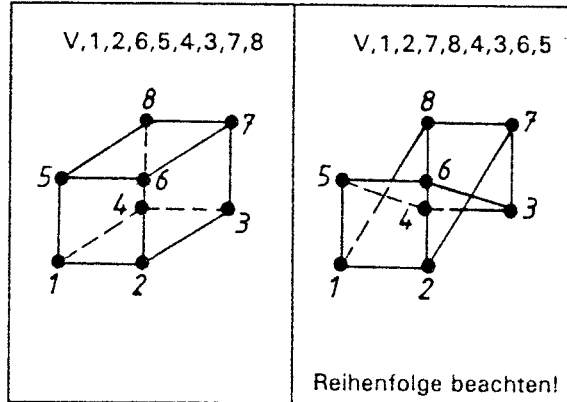
Volumen

V

Syntax
V,P1,...,P8

Funktion
Definiert ein Volumen mit acht Keypoints.

Beispiel

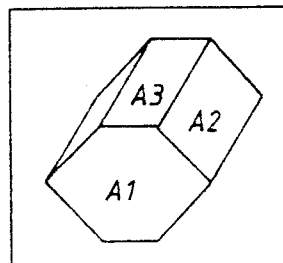


VA

Syntax
VA,A1,...,A10

Funktion
Definiert ein Volumen mit bis zu zehn Flächen.

Beispiel



VDELE

Syntax
VDELE,NV1,NV2,NINC,KS WP

Funktion
Löscht alle Vollumen von NV1 bis NV2 mit Inkrement NINC.

Parameter
KS WP = 1 anhängende Flächen, Linien und Keypoints werden ebenfalls gelöscht

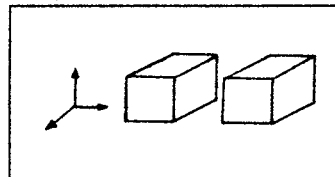
VGEN

Syntax
VGEN,ITIME,NV1,NV2,NINC,DX,DY,DZ

Funktion
Erzeugt Volumen durch kopieren und versetzen.

Parameter
ITIME Anzahl der Kopien (inkl. Original)
NV1 Erstes zu kopierendes Volumen
NV2 Letztes zu kopierendes Volumen
NINC Inkrement zwischen NV1 und NV2
DX,DY,DZ Richtung und Betrag, um den versetzt wird

Beispiel



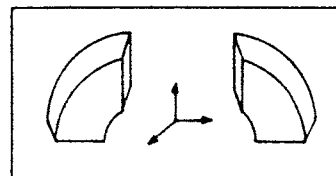
VS YMM

Syntax
VS YMM,NCOMP,NV1,NV2,NINC

Funktion
Erzeugt Volumen durch spiegeln.

Parameter
NCOMP Normale der Spiegelebene
NV1 Erstes zu spiegelndes Volumen
NV2 Letztes zu spiegelndes Volumen
NINC Inkrement zwischen NV1 und V2

Beispiel



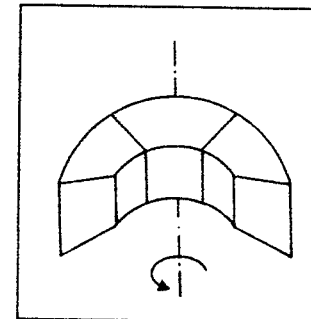
VROT

Syntax
VROT,NA1,...,NA6,PAX1,PAX2,ARC

Funktion
Erzeugt ein Volumen durch rotieren von Flächen.

Parameter
NA1,...,NA6 Flächen, die zu rotieren sind
PAX1,PAX2 Punkte, die die Rotationsachse beschreiben
ARC Winkelmaß, um das rotiert wird

Beispiel



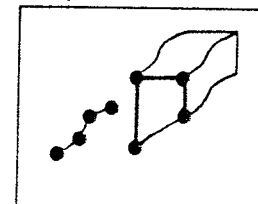
VDRAG

Syntax
VDRAG,NA1,...,NA6,NLP1,...,NLP6

Funktion
Erzeugt Volumen durch ziehen von Flächen entlang einer Kurve.

Parameter
NA1,...,NA6 Flächen, die gezogen werden
NLP1,...,NLP6 Linien, die die Ziehkurve beschreiben

Beispiel



Der automatische Netzgenerator

Der automatische Netzgenerator vernetzt die im Solid Modeling erstellte Geometrie. Dazu muß jedoch zuvor vom Anwender der Elementtyp und in der Regel die Anzahl der zu erzeugenden Knoten und Elemente - die Netzdichte - festgelegt werden. Die Kommandos hierfür findet der Anwender im Preprozessor unter "SolidMod", "MeshCtrl"

Volumen können mit 3-d Elementen vernetzt werden, Flächen mit Schalen-, Membran- oder 2-d Volumenelementen, Linien vernetzt der Netzgenerator mit Stab-, Balken-, oder Rohrelementen. Man unterscheidet zwei Arten der Vernetzung: Das sogenannte "mapped-meshing" und das "free-meshing". Beim "mapped-meshing" wird ein regelmäßiges Netz ausschließlich aus Vierecks- (2-d) bzw. aus Hexaederelementen (3-d) generiert.

Das "mapped-meshing" setzt jedoch voraus, daß Flächen immer durch drei oder vier Linien begrenzt sind (= regular surface) und Volumen immer durch vier, fünf oder sechs Flächen mit drei oder vier Begrenzungslinien (= regular volume). Zudem muß auf gegenüberliegenden Kanten immer die gleiche Anzahl von Elementen spezifiziert werden. Das "mapped-meshing" erfordert zwar mehr Mühe bei der Geometriemodellierung - Flächen müssen immer in Vierecke, Volumen immer in Hexader unterteilt werden - bietet aber wesentliche Vorteile, weshalb es von erfahrenen Anwendern bevorzugt eingesetzt wird. Alternativ zur Unterteilung der Flächen und Volumen, können auch die Anzahl der Begrenzungslinien (-flächen) reduziert werden, um so ein "mapped-mesh" zu ermöglichen (siehe LCCAT und ACCAT-Kommandos). Ein großer Vorteil des "mapped-meshing" liegt in der Tatsache, daß die Vierecks- bzw. Hexaederelemente genauere Ergebnisse erzielen als die Dreiecks- bzw. Tetraederelemente.

Ferner hat der Anwender beim "mapped-meshing" eine genaue Kontrolle über die Anzahl der generierten Elemente, Elementform und örtliche Netzdichte. Zwei weitere Vorteile, die nicht zu unterschätzen sind: Das "mapped-meshing" ist wesentlich schneller als das "free-meshing" und die Geometrie des Bauteils ist durch das strukturierte Netz deutlich zu erkennen. Um sich dies vor Augen zu führen, sei der Leser auf die Abbildung 5.1.2 verwiesen. Von der Geometrie des Wärmetauschers, insbesondere der Halterungen, wäre bei einem Tetraedernetz kaum noch etwas zu erkennen.

Die Vorteile des "free-meshing" dagegen liegen in der Flexibilität der Dreiecke und Tetraeder, beliebige Flächen und Volumen vernetzen zu können ohne größeren Aufwand von Seiten des Anwenders. Ob der Netzgenerator free oder mapped vernetzen soll, muß der Benutzer mit dem ESHAPE-Kommando (wird im folgenden erläutert) spezifizieren.

ANSYS berechnet ab der Version 5.0A automatisch aufgrund der vorhandenen Geometrie und der gewählten Elemente (lineare oder quadratische Ansatzfunktion) eine sinnvolle Netzdichte, so daß der Anwender sofort ein erstes Netz erstellen kann (AMESH oder VMESH) ohne sich Gedanken über die Netzdichte zu machen. Es ist zu empfehlen, sich diese vom Programm ermittelte Netzdichte vor dem Vernetzen einmal anzusehen - dies kann mit zwei Kommandos getan werden: LESIZE,ALL
LPLOT

Diese Standardwerte für die Netzdichte können mit dem DESIZE-Kommando abgeändert werden. In aller Regel wird der Anwender jedoch selbst die Netzdichte festlegen und aufgrund seiner eigenen Erfahrungen die Vernetzung individuell steuern wollen. Hierfür gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Mit dem LESIZE-Kommando kann man eine Netzdichte entlang jeder einzelnen Linie, also auf allen Kanten der Flächen oder Volumen, spezifizieren.
- Das KESIZE-Kommando spezifiziert die Netzdichte im Bereich der angegebenen Keypoints. Die so festgelegte Netzdichte muß anschließend mit dem LDVA-Kommando auf die Linien übertragen werden.
- Mit dem ESIZE-Kommando gibt man eine Netzdichte für alle nicht mit LESIZE oder KESIZE spezifizierten Linien vor. Dieses Kommando überschreibt die voreingestellten Werte (DESIZE-Kommando)

Die LESIZE- und ESIZE Kommandos bieten die Möglichkeit, die Anzahl von Elementen entlang einer Kante oder die maximale Größe der generierten Elemente zu spezifizieren.

Hat der Benutzer die Option für "mapped-meshing" gewählt (ESHAPE,2), so genügt es, die Netzdichte bei einem Viereck auf zwei und bei einem Hexaeder auf drei Kanten vorzugeben. Die Anzahl der Elemente wird dann auf den jeweils gegenüberliegenden Kanten übernommen. Bei dreieckigen Flächen muß gewährleistet werden, daß die Elementteilung auf allen drei Seiten gleich ist.

Der ANSYS Netzgenerator vernetzt die Flächen und Volumen in der Reihenfolge, in der sie im Solid Modeling modelliert wurden, es sei denn, der Benutzer gibt eine andere Reihenfolge vor. Dabei wird für angrenzende Flächen immer die Anzahl der Elemente entlang der gemeinsamen Linien übernommen. Es ist also bei geschicktem Vorgehen - "mapped-meshing" vorausgesetzt - möglich, durch Vorgabe der Anzahl von Elementen entlang weniger Linien die Netzdichte der gesamten Struktur zu kontrollieren. Das LESIZE-Kommando hat ferner eine Option, die es erlaubt, eine ungleichmäßige Netzteilung, sogenanntes "spacing", entlang einer Linie zu spezifizieren. So kann das Netz örtlich in eine oder in beide Linienrichtungen verfeinert werden. Das "spacing" wird jedoch nicht auf gegenüberliegende Kanten übertragen und muß somit für jede gewünschte Linie vorgegeben werden.

Hier noch ein nützlicher Tip:

Viele Modelle werden durch Ziehen von Flächen entlang mehrerer Ziehlinien (VDRAW-Kommando) aufgebaut. Gibt man (schon vor dem VDRAW) die Elementteilung auf der Ziehlinie vor, so wird diese - mit spacing - auf alle entstehenden Volumen übertragen.

Nachdem die Aufteilung mit LESIZE bzw. ESIZE sowie der Elementtyp vorgegeben sind, kann die Vernetzung mit LMESH, AMESH oder VMESH erfolgen. Diese Kommandos sind im Processor unter "SolidMod", MeshGen zu finden (siehe Abb. 7.4.2). Es empfiehlt sich vor dem ausführen eines MESH-Befehls, ein SAVE einzutippen. Sollte ein unbefriedigendes Elementnetz generiert worden sein, kann mit RESUME der unvernetzte Zustand leicht zurückgeholt werden. Eine andere Möglichkeit, bereits generierte Netze zu verwerfen, besteht über die Kommandos LCLEAR, ACLEAR und VCLEAR.

wshkey

~~ESHAPE~~

Syntax

wshkey ESHAPE, KSHAPE, KSTR

↳ betr. Mittelknoten

Funktion

Definition der Vernetzungsart ("mapped" oder "free").

Parameter

KSHAPE 0 gemischtes Netz
1 nur Dreiecke bzw. Tetraeder
2 nur Vierecke bzw. Hexaeder
3 wie 2, schaltet jedoch auf Dreiecke um, wenn Vierecke nicht möglich sind

LESIZE

Syntax

LESIZE, NL1, SIZE, ANGSIZ, NDIV, SPACE, KFORC

Funktion

Definition der lokalen Netzdichte entlang einzelner Linien und Vorgabe örtlicher Netzverdichtung.

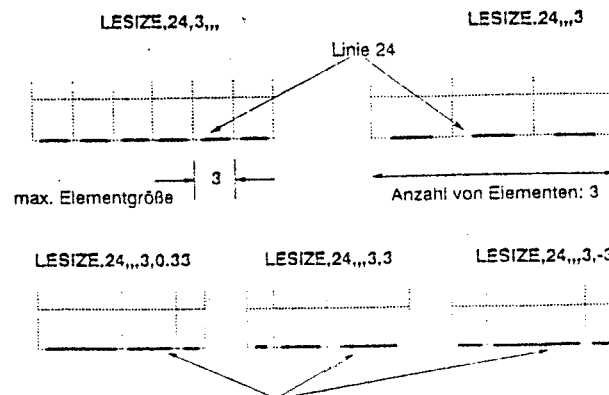
Parameter

NL1 Liniennummer
SIZE Max. Elementkantenlänge
ANGSIZE Max. Elementkantenlänge im Winkelmaß (bei Kreisbögen)
NDIV Anzahl von Elementen pro Linie
SPACE Längenverhältnis zwischen letztem Element und erstem Element der Linie
KFORC Schalter, welche selektierten Linien betroffen sind; nur in Zusammenhang mit NL1 = ALL

Hinweis

Welches das erste und welches das letzte Element einer Linie ist, ist abhängig von der Linienrichtung. Diese kann mit /PSYM, LDIR, 1 angezeigt werden. Ein negativer Wert für SPACE bewirkt die Verfeinerung in beide Richtungen. Der eingegebene Wert ist dann das Längenverhältnis des mittleren Elementes zu den beiden äußeren.

Beispiel



ESIZE

Syntax

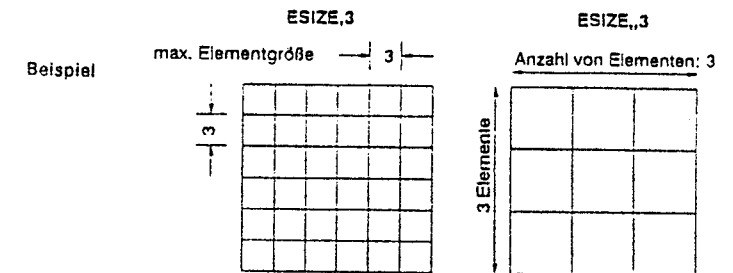
ESIZE, SIZE, NDIV

Funktion

Definition der globalen Netzdichte.

Parameter

SIZE maximale Elementkantenlänge
NDIV Anzahl der Elemente



LCCAT

Syntax

LCCAT, NL1, NL2

Funktion

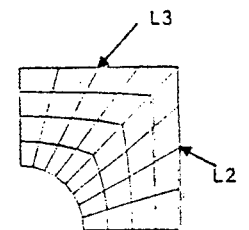
Faßt zwei Linien zu einer Linie zusammen. Wird verwendet um die Anzahl der Begrenzungslinien einer Fläche zu reduzieren, um so ein "mapped-mesh" zu ermöglichen.

Parameter

NL1 NL2 Nummern der Linien, die zusammengefaßt werden sollen

LCCAT,2,3
ESHAPE,2
ESIZE,,4
AMESH,ALL
...

Beispiel



ACCAT

Syntax

ACCAT, NA1, NA2

Funktion

Faßt zwei Flächen zu einer Fläche zusammen.

LMESH

Syntax
LMESH,NL1,NL2,NINC

Funktion
Vernetzen von Linien mit Linienelementen.

Parameter
NL1 Erste zu vernetzende Linie
NL2 Letzte zu vernetzende Linie
NINC Inkrement zwischen NL1 und NL2

Hinweis
Bereits vernetzte Linien werden nicht neu vernetzt. Soll eine Linie neu vernetzt werden, sind zunächst mit **LCLEAR** alle Elemente und Knoten entlang der Linie zu löschen.

Beispiele
LMESH,1,6,5 Die Linien 1 und 6 werden vernetzt

LMESH,ALL Alle Linien werden vernetzt

AMESH

Syntax
AMESH,NA1,NA2,NINC

Funktion
Vernetzen von Flächen mit Flächenelementen.

Parameter
NA1 Erste zu vernetzende Fläche
NA2 Letzte zu vernetzende Fläche
NINC Inkrement zwischen NA1 und NA2

Hinweis
Bereits vernetzte Flächen werden nicht neu vernetzt. Soll eine Fläche neu vernetzt werden, sind zunächst mit **ACLEAR** alle Elemente und Knoten in der Fläche zu löschen.

Beispiele
AMESH,1,6,5 Die Flächen 1 und 6 werden vernetzt

AMESH,ALL Alle Flächen werden vernetzt

VMESH

Syntax
VMESH,NV1,NV2,NINC

Funktion
Vernetzen von Volumen mit Volumenelementen.

Parameter
NV1 Erstes zu vernetzendes Volumen
NV2 Letztes zu vernetzendes Volumen
NINC Inkrement zwischen NV1 und NV2

Hinweis
Bereits vernetzte Volumen werden nicht neu vernetzt. Soll ein Volumen neu vernetzt werden, sind zunächst mit **VCLEAR** alle Elemente und Knoten aus dem Volumen zu löschen.

Beispiele VMESH,1,6,5 Die Volumen 1 und 6 werden vernetzt

 VMESH,ALL Alle Volumen werden vernetzt

LCLEAR

Syntax
LCLEAR,NL1,NL2,NINC

Funktion
Löscht die Elemente und Knoten auf einer Linie.

Parameter
NL1 Erste Linie
NL2 Letzte Linie
NINC Inkrement zwischen NL1 und NL2

ACLEAR

Syntax
ACLEAR,NA1,NA2,NINC

Funktion
Löscht die Elemente und Knoten in Flächen.

Parameter
NA1 Erste Fläche
NA2 Letzte Fläche
NINC Inkrement zwischen NA1 und NA2

VCLEAR

Syntax
VCLEAR,NV1,NV2,NINC

Funktion
Löscht die Elemente und Knoten in Volumen.

Parameter
NV1 Erstes Volumen
NV2 Letztes Volumen
NINC Inkrement zwischen NV1 und NV2