SERVICE NEWSLETTER

Modal Cyclic Symmetry in ANSYS (Nodal Diameter und Harmonic Index)

Ausgabe: 02 / 2004

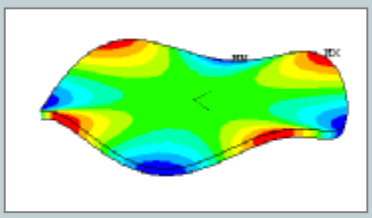
Problem:

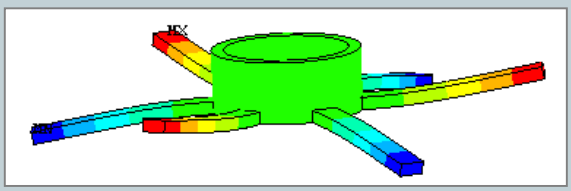
Zur richtigen Handhabung und Interpretation der zyklischen Symmetrie in ANSYS ist es erforderlich die Begriffe Zyklische Symmetrie, Nodal Diameter und harmonic Index zu klären.

Erläuterung:

Ein Bauteil (wie z.B. eine Kreisscheibe), das sich in mehrere gleiche Sektoren teilen lässt und eine symmetrische Belastung aufweist, kann mittels der zyklischen Symmetrie abgebildet werden. Neben der statischen Analyse ist auch eine Modalanalyse mit diesem Ansatz möglich. Der Vorteil liegt klar auf der Hand. Es erfolgt nur die Berechnung des Sektors. Die Ergebnisse werden dann auf das Gesamtmodell expandiert.

Jedes zyklisch symmetrische Bauteil kann idealisiert als Kreisscheibe aufgefasst werden. Über den Umfang der Kreisscheibe ergeben sich bei der Modalanalyse Cosinusschwingungen. Auch bei Modellen, die nicht wie eine Kreisscheibe aussehen, kann man dennoch diese Schwingung über den Umfang erkennen.



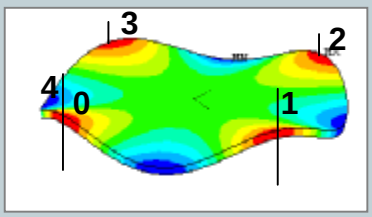


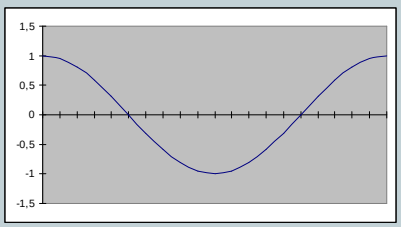
Das modelierte Segment muss mit einer ganzen Zahl multipliziert das Vollmodell darstellen und kleiner als 180° sein.

SEGWinkel*n=360° (120,90,72,60,...)

Die Cosinusschwingung muss natürlich nach 360° wieder an der selben Stelle ankommen.

Der Nodal Diameter gibt nun an wie viele volle Cosinus-Schwingungen über den Umfang vorliegen.





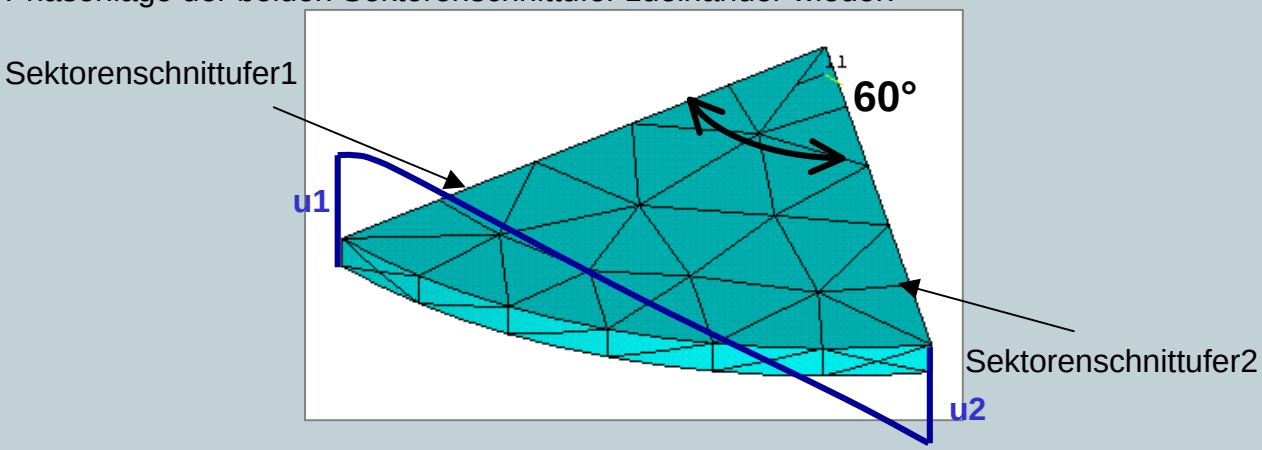
Schwingform mit Nodal Diameter 4

SERVICE NEWSLETTER

Modal Cyclic Symmetry in ANSYS (Nodal Diameter und Harmonic Index)

Ausgabe: 02 / 2004

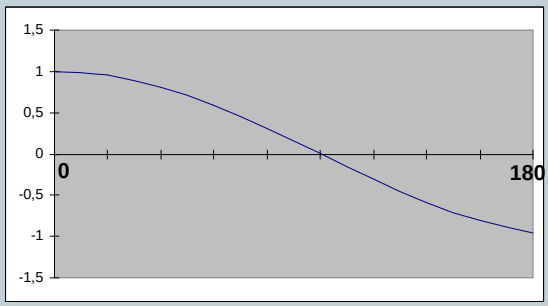
Der Nodal Diameter ist ein physikalisch greifbarer und anschaulich einleuchtender Wert. Für die Berechnung benötigt aber ANSYS den harmonic Index. Dieser gibt die Phasenlage der beiden Sektorenschnittufer zueinander wieder.



Auf dem Sektorenschnittufer1 gibt es eine bestimmte Verschiebung. Stellt man sich nun die Schwingung entlang des Umfangs vor ergibt sich zusammen mit der Phasenlage die Verschiebung am Schnittufer2.

Da sich die Schwingung ganzzahlig auf dem Umfang aufteilen lassen muss, kann der Phasenwinkel nur ein Vielfaches hi (harmonic index) des Sektorenwinkels sein.

$$j = \text{Winkel}_{Sektor} \cdot hi$$



Der Phasenwinkel φ kann Werte zwischen 0° und 180° annehmen. Daraus ergeben sich alle Möglichkeiten für den harmonischen Index.

z.B 45° Segment:

0*45	**0**
1*45	**45**
2*45	**90**
3*45	**135**
4*45	**180**

Nach der Formel

d = N*m±hi

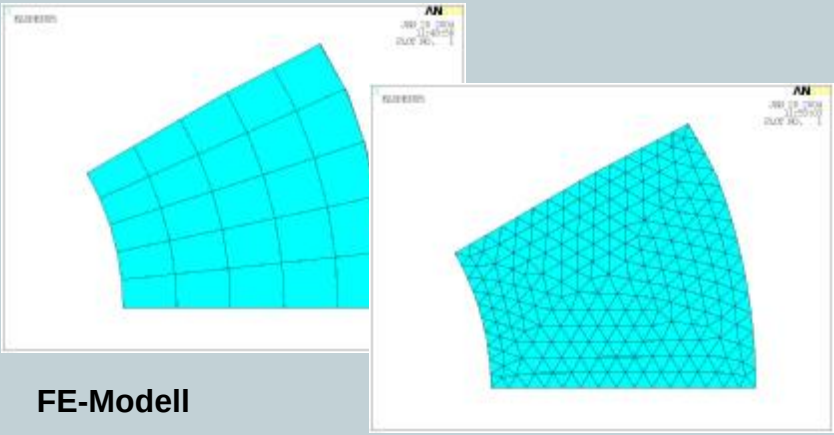
(d=Nodal diameter; N= 360°/Sektorgröße ; m= 1,2,3,4,5... ; hi= harmonic index)

ergeben sich für jeden harmonischen Index beliebig viele Eigenformen, die sich dann in ihrer Anzahl der Schwingungen über den Umfang unterscheiden.

SERVICE NEWSLETTER

Modal Cyclic Symmetry in ANSYS (Nodal Diameter und Harmonic Index)

Ausgabe: 02 / 2004



FE-Modell

```
/prep7
mp,ex,1,2e2
mp,nuxy,1,0.33
mp,dens,1,7e-9
et,1,186
cyl4,0,0,10,0,20,30,
1
vmesh,all
cyclic
csys,1
nsel,s,loc,x,10
nrotat,all
d,all,all
alls
```

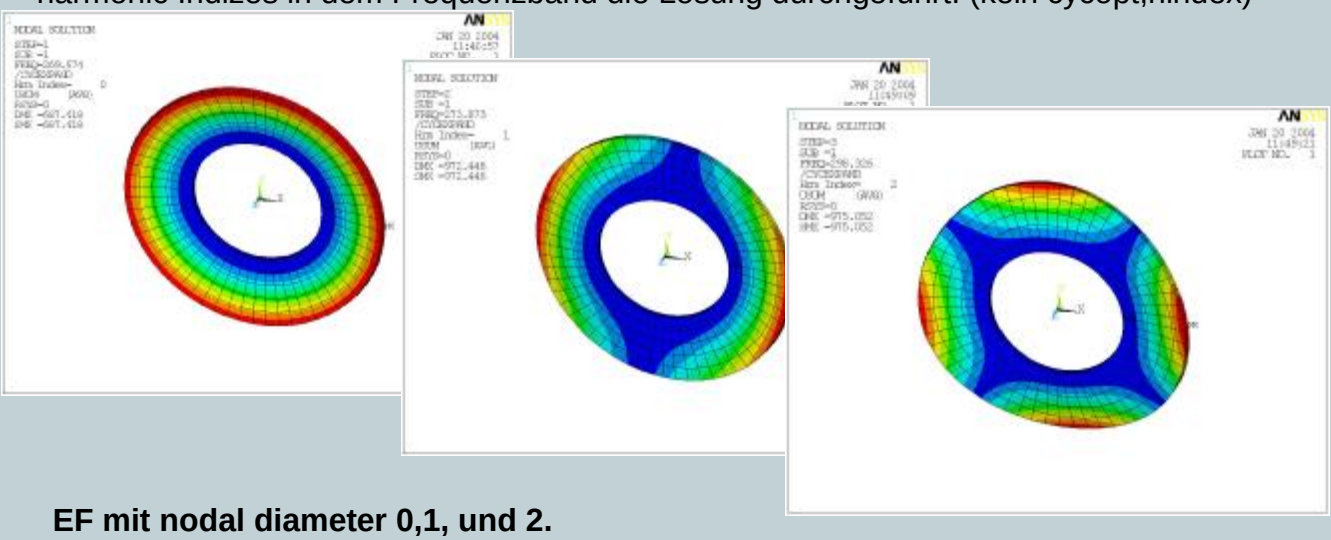
```
/solu
antype,modal
modopt,lanb,6
mxpand,6
cycopt,hindex,0,
3
solve

/post1
/cycexpand,,on
set,2,3
plns,u,sum
```

ANSYS akzeptiert neben strukturierten (HEX) Netzen auch unstrukturierte Netze (TET) mit ungleich vernetzten Randfächen. So lassen sich auch komplexe Bauteile schnell vernetzen und berechnen. ANSYS bildet in diesem Fall constrained equations zwischen den Freiheitsgraden auf der Master- und Slave Randfläche.

FAZIT:

Unsere Tests haben gezeigt, daß die Eigenfrequenzen und Eigenformen sehr gut mit den Ergebnissen des Vollmodells übereinstimmen. Man muß sich aber immer bewußt sein, daß durch die Wahl für den Bereich des *harmonic index* unter Umständen nicht alle Eigenwerte innerhalb eines bestimmten Frequenzbandes berechnet werden. Welche Eigenfrequenzen das sind, hängt ab von der Größe des modellierten Segmentes. Die Vorgabe des harmonic Index kann auch weggelassen werden. Dann wird für alle harmonic Indizes in dem Frequenzband die Lösung durchgeführt. (kein cycopt,hindex)



EF mit nodal diameter 0,1, und 2.