

## Konvergenzsteuerung bei gekoppelten Feldern

### Problem:

Werden zwei Felder, die gegenseitig voneinander abhängen, mittels einer Matrixkopplung berechnet, kommt es zum Ausfall der Strukturmechanik z.B. bei progressiven Kraft-Weg-Kennlinien bekannten Oszillationsproblem des Newton-Raphson-Algorithmus. Der Konvergenzradius wird nicht erreicht.

### Erläuterung:

Am Beispiel der Jouleschen Wärmeproduktion in einem elektrischen Kreis stellt sich dies wie folgt dar:

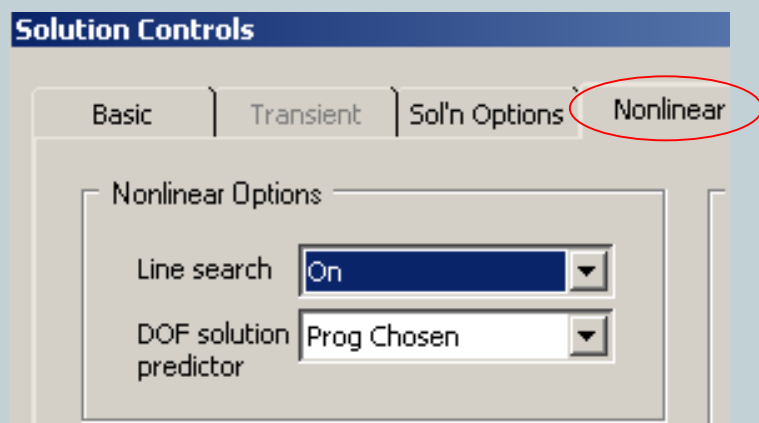
Ist der Ohmsche Widerstand zunächst konstant, wird eine Lösung der elektrisch-thermischen Kopplung ohne weitere Einstellungen möglich. Die Verlustleistung wird quasi in eine Wärmeproduktionsrate umgesetzt.

Bei Betrachtung der Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes ändert sich die Lage: Die Temperatur folgt der von Strom und Widerstand abhängigen Verlustwärme, der Widerstand aber wiederum der berechneten lokalen Temperatur. Der Newton-Raphson-Algorithmus oszilliert (vgl. Bild).

### Lösung:

Um den Konvergenzradius zu vergrößern, eignet sich auch hier die Skalierung des Freiheitsgrad-Inkrementes. Dazu ist lediglich das Einschalten des „line search“-Algorithmus erforderlich.

**Insrch,on**



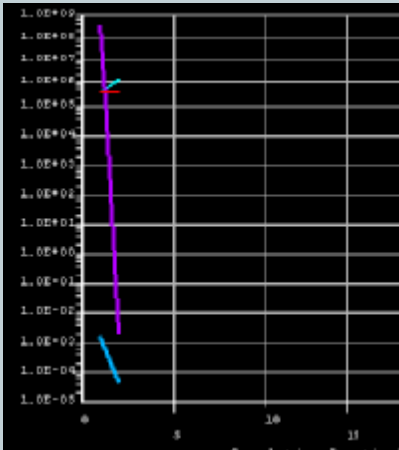
### Beispiel:

Zur Illustration soll ein thermisch-elektrischer Aktuator dienen, der darüber hinaus noch eine Einweg-Lastvektorkopplung zur Berechnung der Strukturreaktion benötigt.

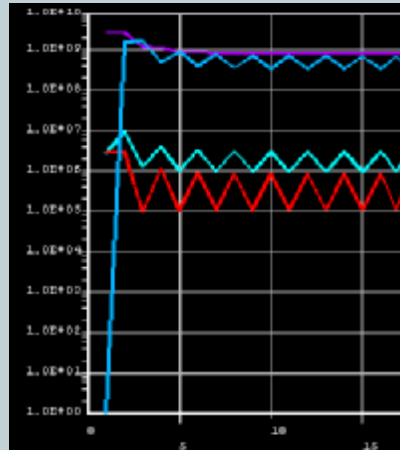
## Konvergenzsteuerung bei gekoppelten Feldern

Ausgabe: 9 / 2003

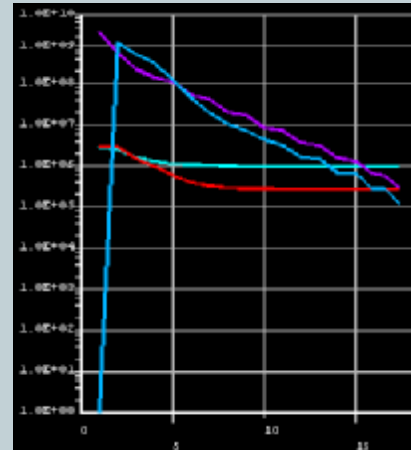
### Konvergenzverläufe



Einwegkopplung (R=konst.)



Zweiwegkopplung (R=R(T))



Zweiwegkopplung (Insrch,on)

```
!Elektrisch-thermischer Aktuator
fini
/clear
!
h1=2 $ h2=4 $ h3=12 $ h4=24
x1=20 $ x2=30 $ x3=40
x4=120 $ x5=124
kx=x1/2 $ ky=12 $ kl=2
!
/prep7
et,1,67
mp,TEMP,1,20,200,500,800,1100
mp,DATA,RSVX,1,1,0.03E-9,0.1E-9,0.25E-9,0.6E-9,1E-9
mp,KXX,1,32E6
rect,0,x5,h1,h2
rect,0,x1,h2,h4
rect,kx-kl,kx+kl,ky-kl,ky+kl
rect,x1,x2,h2,h3
arsym,y,all
rect,x4,x5,-h1,h1
rect,x3,x5,h2,h3
aovlap,all
lSEL,S,length,,h1
lSIZE,all,,4
ESIZE,1
ASEL,S,loc,x,x5/2
mshk,1
lSEL,S,loc,y,h1 $ lccat,all
lSEL,S,loc,y,h2 $ lccat,all
lSEL,S,loc,y,-h1 $ lccat,all
lSEL,S,loc,y,-h2 $ lccat,all
```

```
amesh,all
mshk,2
asel,inve
amesh,all
!
!Lasten
alls
asel,s,loc,y,ky
nsla,s,1
d,all,volt,7
asel,s,loc,y,-ky
nsla,s,1
d,all,volt,0
nSEL,S,loc,x,0,x1
d,all,temp,20
!
/solu
alls
Insrch,on
solve
```

```
/prep7
et,1,42
mp,EX,1,169E3
mp,NUXY,1,.22
mp,ALPX,1,2.9E-6
!
nSEL,S,loc,x,0,x1
d,all,all
alls
ldread,temp,last
/solu
alls
solve
!
/post1
set,last
plnsol,u,y
plnsol,bfe,temp,,1
/gline,1,-1
plesol,s,eqv
```

