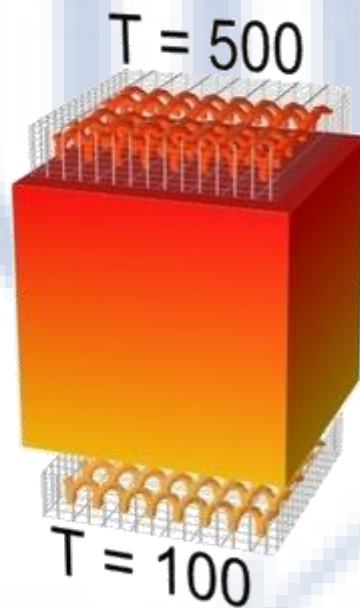


# مثال رسانش حرارتی گذرا

## مقدمه

آنچه پیش رو دارید یک مسئله رسانش حرارتی گذرا می باشد که با استفاده از نرم افزار انسیس انجام شده است. برای ساده شدن مسئله، محدودیت هایی در نظر گرفته شده است که آنها را در شکل زیر مشاهده می نمایید. رسانش حرارتی ماده  $5 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  می باشد و طول بلوکه بی نهایت فرض شده است. همچنین چگالی ماده  $920 \text{ kg/m}^3$  و ظرفیت گرمایی ویژه آن  $2.040 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{K}$  می باشد.



## پیش پردازش: تعریف مسئله

۱. به مسئله یک عنوان بدهید.

```
Utility Menu > File > Change Title...  
/Title,Transient Thermal Conduction
```

۲. منوی پیش پردازش کننده را باز کنید.

```
ANSYS Main Menu > Preprocessor  
/PREP7
```

۳. هندسه را ایجاد کنید.

```
Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Rectangle > By 2 Corners  
X=0, Y=0, Width=1, Height=1  
BLC4, 0, 0, 1, 1
```

۴. نوع المان را تعریف کنید.

```
Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete... > click 'Add' > Select  
Thermal Mass Solid, Quad 4Node 55  
ET, 1, PLANE55
```

برای این مسئله ما از PLANE55 (جامد حرارتی با شبکه بندی مربعی شکل) استفاده خواهیم کرد. این عنصر ۴ گره و یک دمای (DOF) واحد در هر گره دارد. PLANE55 تنها می تواند در تحلیل حرارتی گذرا یا حالت پایدار دو بعدی بکار رود.

۵. ویژگی های ماده المان را تعریف کنید.

```
Preprocessor > Material Props > Material Models > Thermal > Conductivity >  
Isotropic > KXX = 5 (Thermal conductivity)  
MP, KXX, 1, 10  
Preprocessor > Material Props > Material Models > Thermal > Specific Heat >  
C = 2.04  
MP, C, 1, 2.04  
Preprocessor > Material Props > Material Models > Thermal > Density >  
DENS = 920  
MP, DENS, 1, 920
```

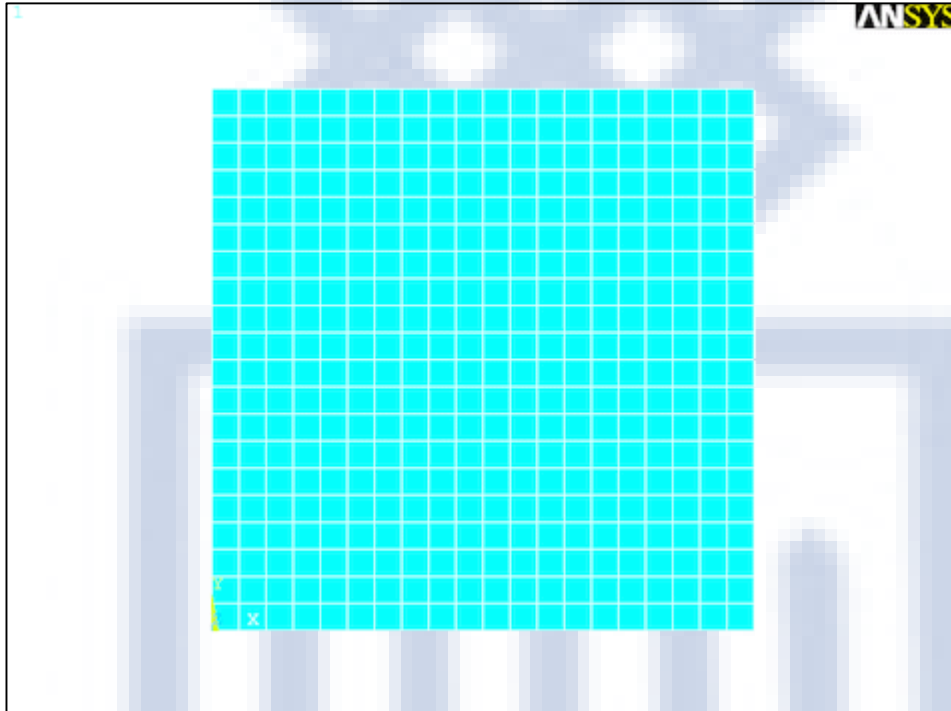
۶. اندازه شبکه را وارد کنید.

```
Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Areas > All Areas >  
0.05  
AESIZE, ALL, 0.05
```

۷. شبکه را ایجاد کنید.

Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas > Free > Pick All  
AMESH, ALL

حاصل کار شما پنجره زیر می باشد:

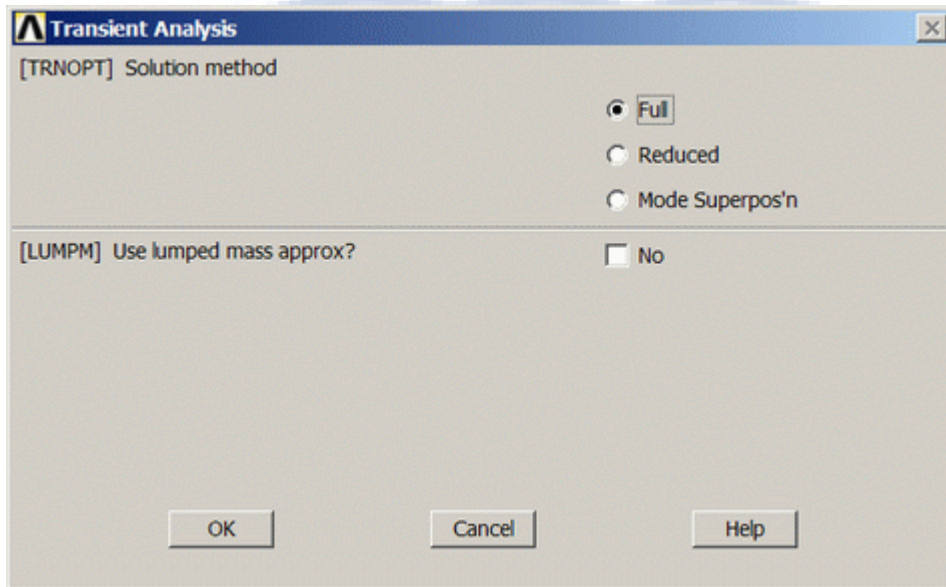


## تعیین بارها و حل مسئله

۱. نوع تحلیل را تعریف کنید.

Solution > Analysis Type > New Analysis > Transient  
ANTYPE, 4

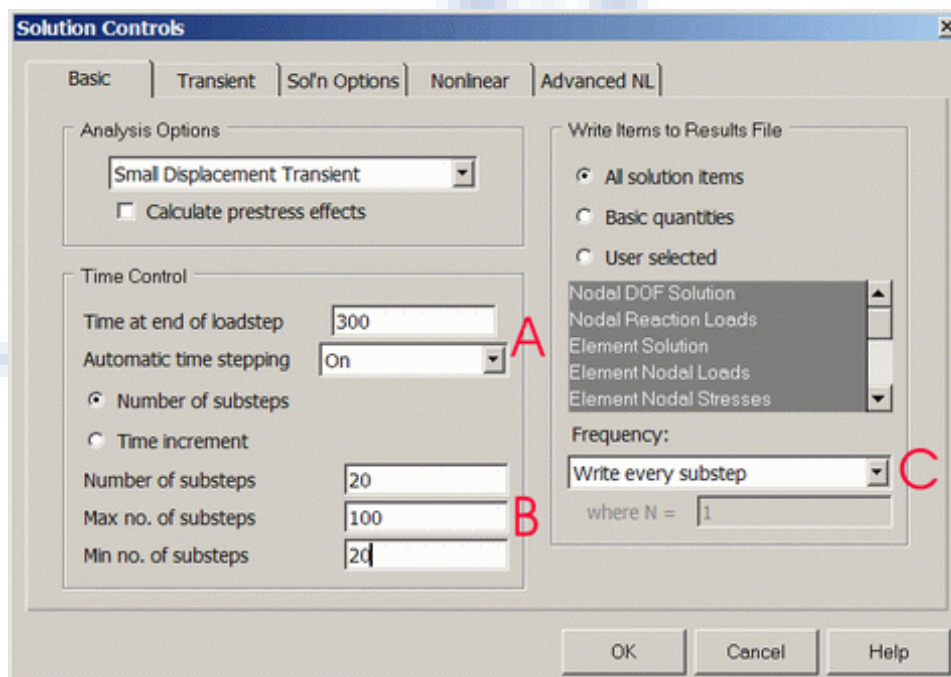
پنجره زیر نمایان می‌شود. از آنجایی که ما از پیش فرض استفاده می‌کنیم، گزینه OK را کلیک نمائید.



۲. کنترل‌های راه حل را تنظیم کنید.

Solution > Analysis Type > Sol'n Controls

با این عمل پنجره زیر نمایان خواهد شد.

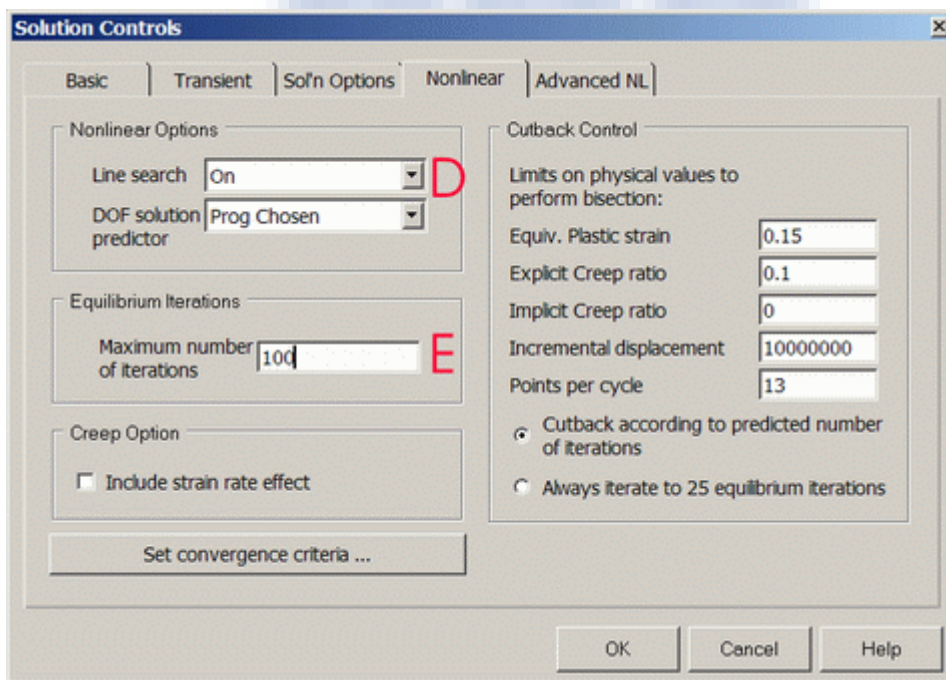


(A) زمان در پایان گام بارگیری را بر روی ۳۰۰ تنظیم کرده و زمان گام اتوماتیک را در حالت ON قرار دهید.

(B) تعداد زیرگامها را بر روی ۲۰ تنظیم کرده و حداکثر آن را ۱۰۰ و حداقل آن را ۲۰ قرار دهید.

(C) فراوانی را در حالت "Write every substep" تنظیم نمایید.

بر سربرگ "NonLinear" کلیک کرده و همانند شکل زیر آن را کامل نمایید.



(D) خط جستوجو را در حالت ON قرار دهید.

(E) حداکثر مرتبه تکرار را بر روی ۱۰۰ تنظیم نمایید.

برای یک توصیف کامل از آنچه این گزینهها انجام می دهند، به فایل help رجوع نمایید. اساساً زمان پایان گام بارگیری، زمانی است که تحلیل گذرا انجام می شود و تعداد زیرگامها، چگونگی تجزیه بار را تعریف می کند. همچنین شما می توانید با نوشتن دادهها در هر گام در طی زمان، انیمیشنهایی بسازید. سایر گزینهها به پوشش مسئله در اسرع وقت کمک می نمایند.

### ۳. محدودیتها را اعمال کنید.

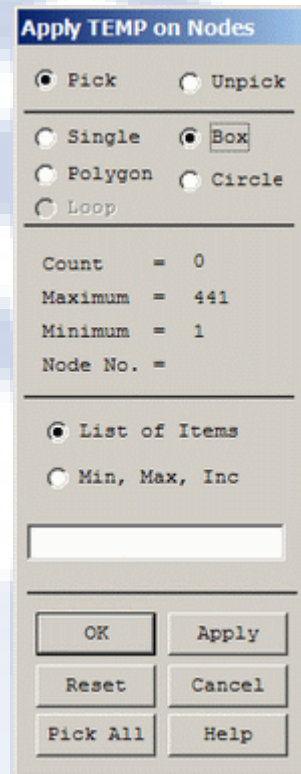
در مسائل حرارتی محدودیتها می توانند به شکل دما، جریان، انتقال، شار، تولید یا تابش گرما باشند. در این مسئله دو طرف بلوکه دماهای ثابت دارند و دو طرف دیگر آن، عایق هستند.

- **Solution > Define Loads > Apply**

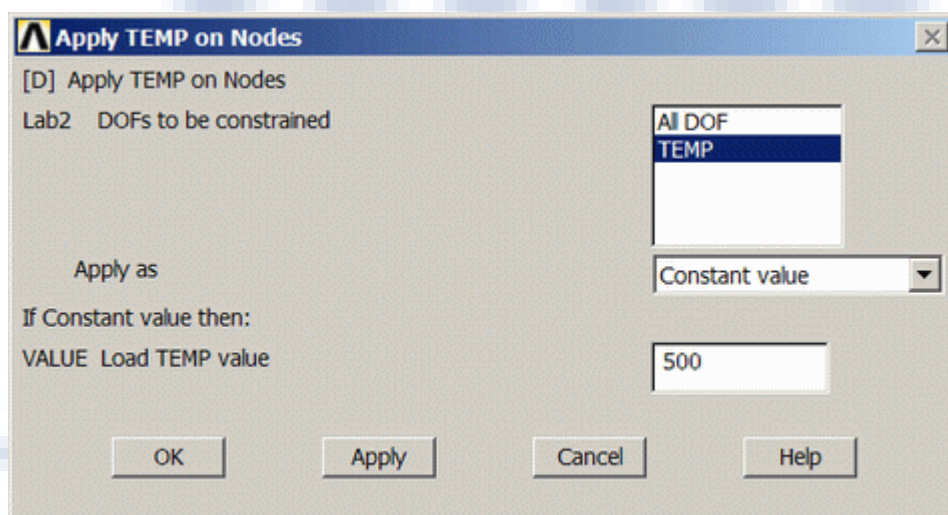
\* توجه نمایید که تمام گزینههای ساختاری نمی توانند انتخاب شوند. این نکته بخاطر نوع المان انتخابی (PLANE55) می باشد.

- **Thermal > Temperature > On Nodes**

- همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است گزینه **Box** را کلیک نمائید. سپس یک باکس حول گره‌های خط بالایی کشیده و سرانجام گزینه **OK** را کلیک نمائید.



حال پنجره زیر ظاهر خواهد شد.

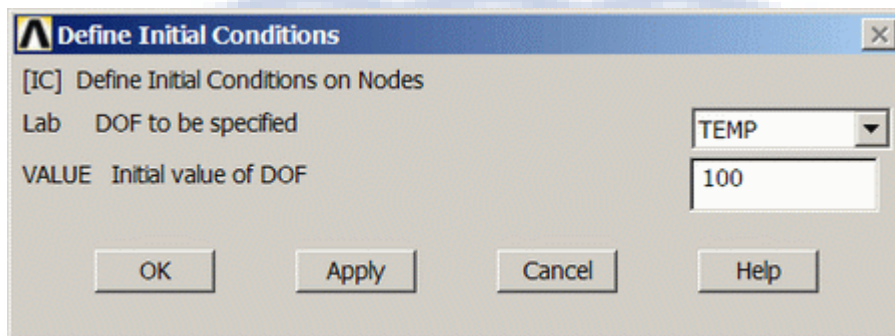


- پنجره را مانند شکل کامل نمائید تا وجه مورد نظر، در دمای ثابت 500 K محدود شود.
- روش بالا را تکرار کرده و وجه پائین را در دمای ثابت 100 K محدود نمائید.

۲. شرایط اولیه را اعمال کنید.

Solution > Define Loads > Apply > Initial Condit'n > Define > Pick All

پنجره IC را همانند شکل زیر کامل نمائید تا دمای اولیه ماده در 100 K تنظیم گردد.



۳. سیستم را حل کنید.

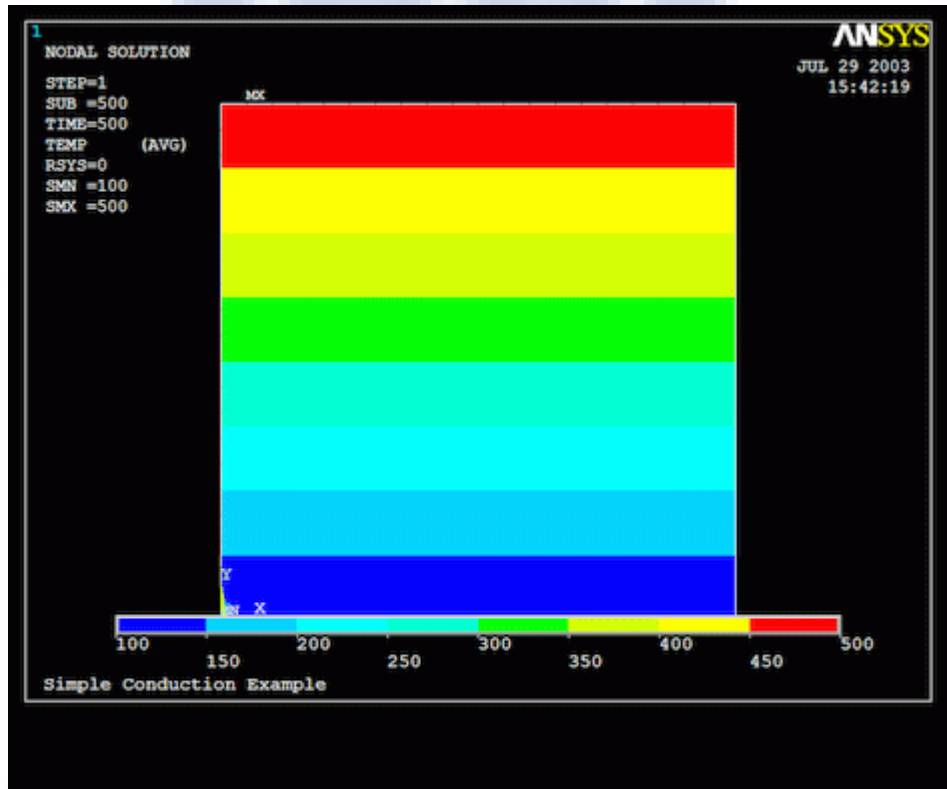
Solution > Solve > Current LS  
SOLVE



## پس پردازش: مشاهده نتایج

- دمای طرح

General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solu ... > DOF solution, Temperature TEMP



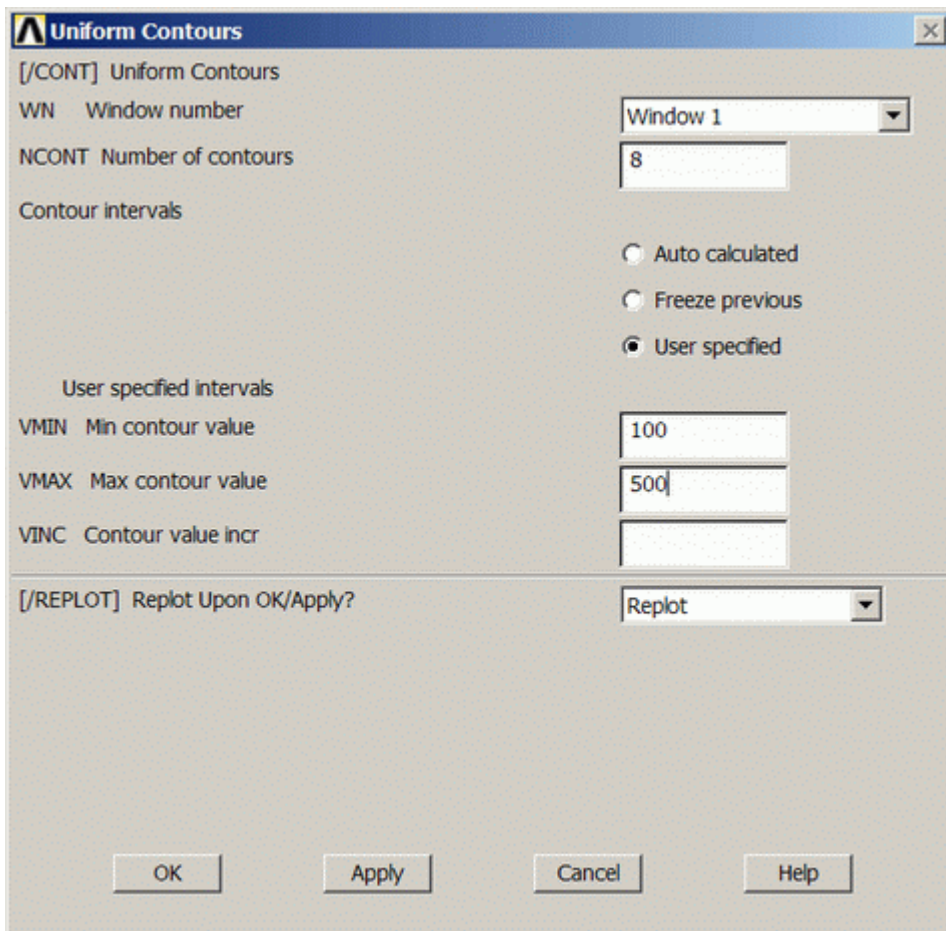
- نتایج را بر روی زمان پویا نمایی کنید.

○ ابتدا بازه دوره را مشخص نمایید.

Utility Menu > PlotCtrls > Style > Contours > Uniform Contours...

همانند آنچه در شکل زیر مشاهده می کنید پنجره را با ۸ دوره کامل نمایید. VMAX و VMIN از ۱۰۰ تا ۵۰۰ وارد شده که براساس نظر کاربر می باشد.

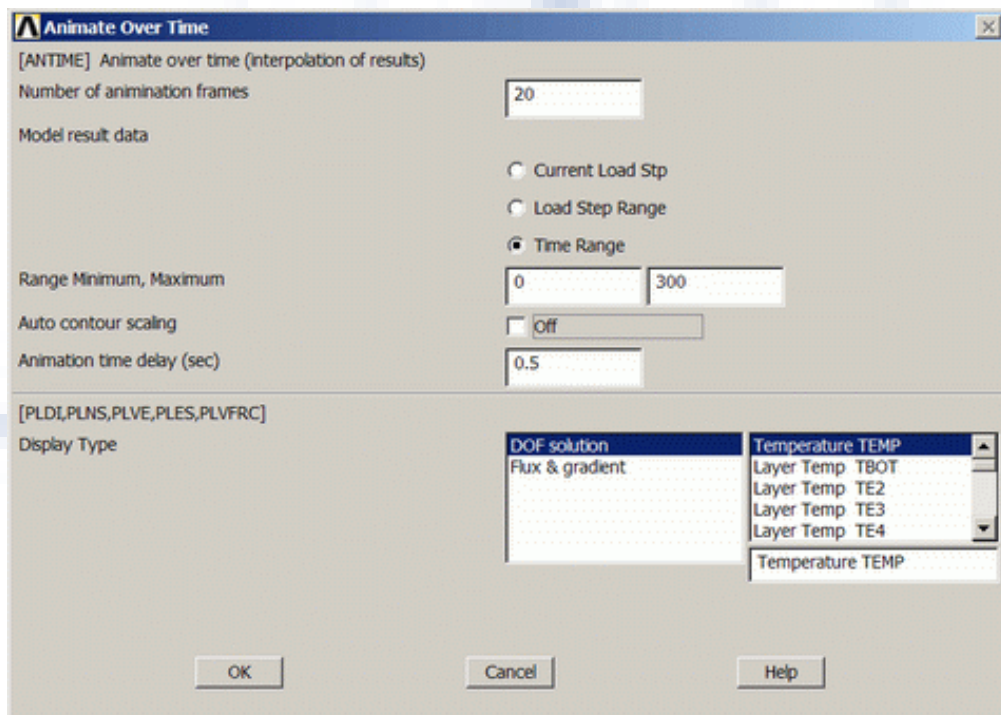




○ حال داده‌ها را پویانمایی کنید.

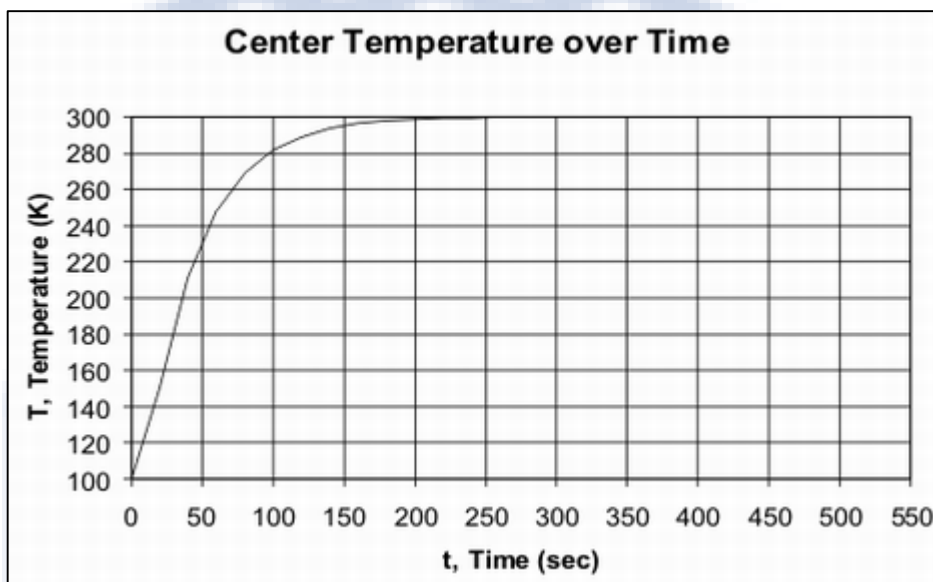
Utility Menu > PlotCtrls > Animate > Over Time...

همانند آنچه در شکل زیر مشاهده می‌نمائید پنجره را با ۲۰ فریم بر بازه زمانی ۰-۳۰۰ کامل کنید. دوره مقیاس‌بندی خودکار را در حالت Off قرار داده و مسیر **DOF solution > TEMP** را دنبال نمایید.

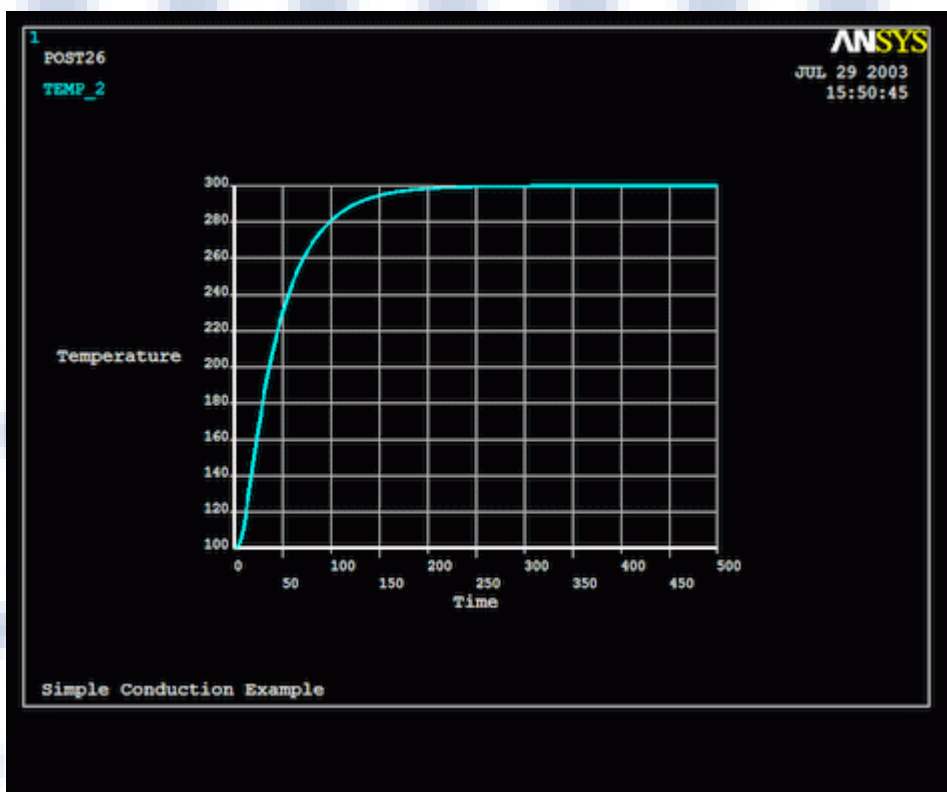


می‌توانید مشاهده کنید که دما چگونه طی زمان در سطح بالا می‌رود. چنانچه انتظار داریم حرارت از محدوده با دمای بالاتر بر محدوده با دمای پایین‌تر جریان می‌یابد. همچنین مشاهده می‌شود حدوداً در زمان ۲۰۰ ثانیه به تعادل می‌رسیم.

منحنی‌های دمای زیر، پاسخ تحلیلی و حل انسیس بر حسب زمان برای مرکز بلوکه می‌باشند. همانطور که مشاهده می‌نمائید منحنی‌ها تقریباً یکسان هستند؛ از این رو اعتبار شبیه‌سازی انسیس ثابت شده است.



حل تحلیلی

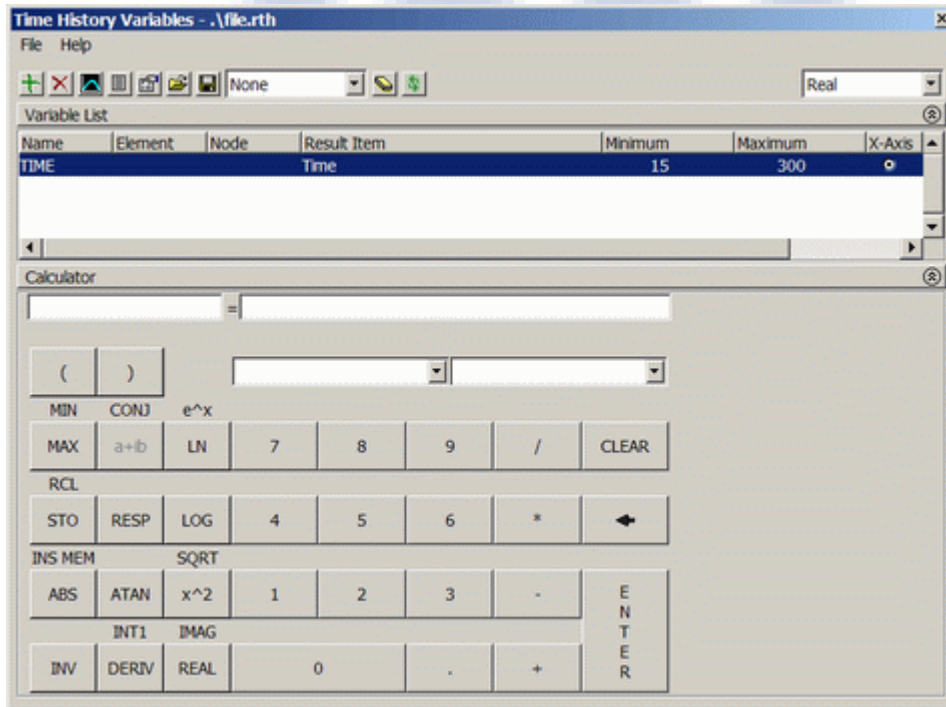


حل انسیس

## سابقه زمانی پس پردازش: مشاهده نتایج


۱. ایجاد کردن نمودار دما-زمان

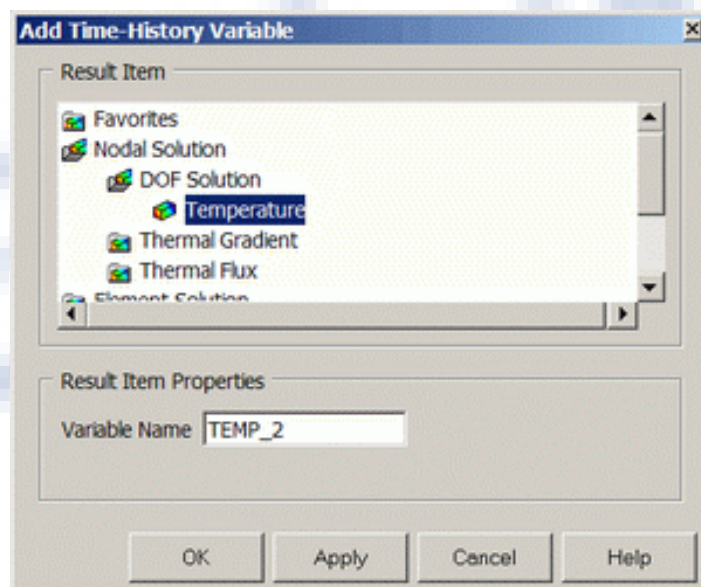
- مسیر **Main Menu > TimeHist Postpro** را دنبال نمائید. پنجره زیر به صورت خودکار باز خواهد شد.



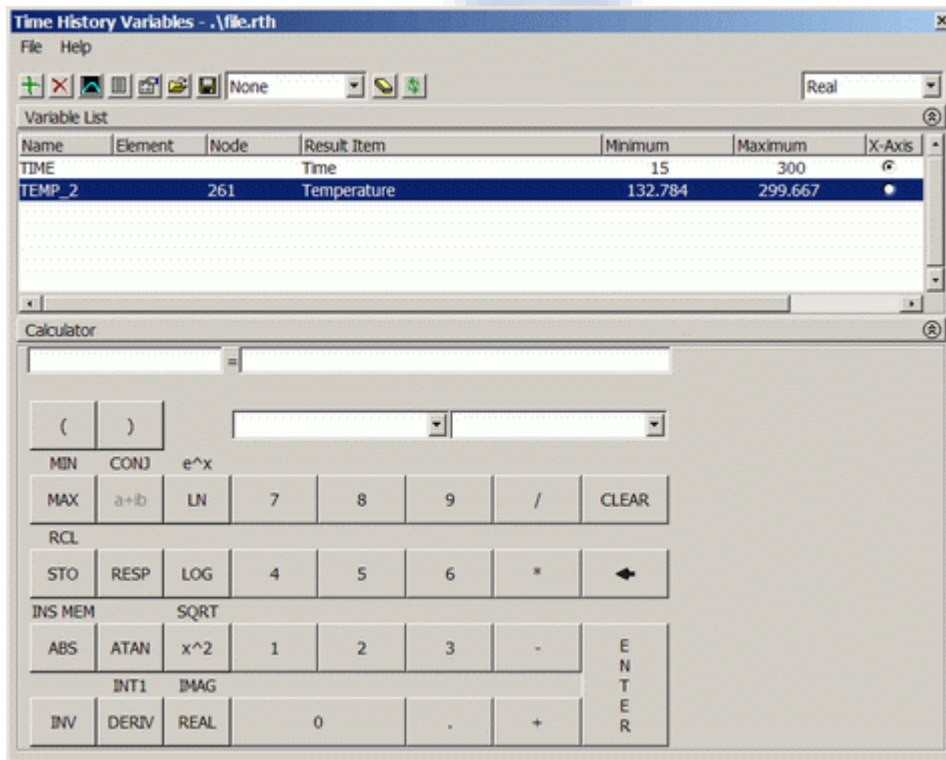
چنانچه پنجره بالا به صورت خودکار باز نشد، مسیر زیر را دنبال کنید.

### Main Menu > TimeHist Postpro > Variable Viewer


- بر روی گزینه اضافه کردن  (در گوشه سمت چپ بالای پنجره) کلیک نمائید تا یک متغیر جدید افزوده شود.
- مسیر **Nodal Solution > DOF Solution > Temperature** را دنبال کرده و گزینه OK کلیک نمائید. گره مرکزی شبکه (گره ۲۶۱) را انتخاب کرده و در پنجره 'Node for Data'، OK را کلیک نمائید.



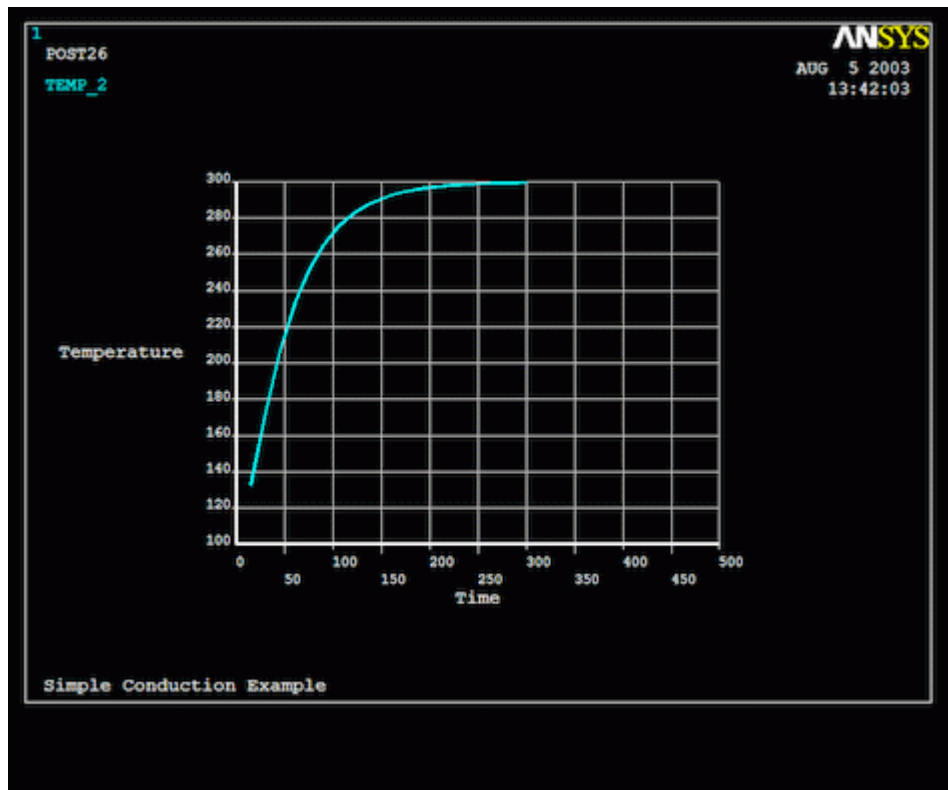
○ سپس پنجره زیر نمایان خواهد شد:



## ۲. نمودار نتایج در طی زمان

- مطمئن شوید گزینه TEMP\_2 در پنجره متغیرهای سابقه زمانی (Time History Variables) مشخص شده باشد.
- بر گزینه  (نمودار کشیدن) کلیک نمائید.
- برچسب‌های روی رسم توسط انسیس به روز نمی‌شوند؛ بنابراین باید آنها را به صورت دستی تغییر دهید. مسیر زیر را دنبال کرده و محورهای X و Y را به طور مناسب برچسب‌گذاری نمائید.

**Utility Menu > PlotCtrls > Style > Graphs > Modify Axes**



توجه نمائید که این طرح با طرح بالا سازگار نیست، چراکه پاسخ به طور کامل پوشش داده نشده است. برای اینکه بتوان پاسخ را به طور کامل پوشش داد، دو راه وجود دارد: یا اندازه شبکه را کاهش دهید و یا تعداد زیرگام استفاده شده در تحلیل گذرا را افزایش دهید. تجربه می‌گوید که کاهش اندازه شبکه در این مورد کمک نمی‌کند، چراکه شبکه برای دریافت پاسخ‌ها مناسب می‌باشد. در عوض افزایش تعداد زیرگام‌ها مثلاً از ۲۰ به ۳۰۰، باعث می‌شود که پاسخ پوشش کامل را بدهد. این عمل تا حد زیادی زمان محاسبات لازم را افزایش می‌دهد و به همین دلیل است که تنها تعداد ۲۰ زیرگام در این آموزش استفاده شده است. البته لازم به ذکر می‌باشد که تعداد ۲۰ زیرگام، تقریباً سریع و کافی از جواب را ارائه می‌دهد.