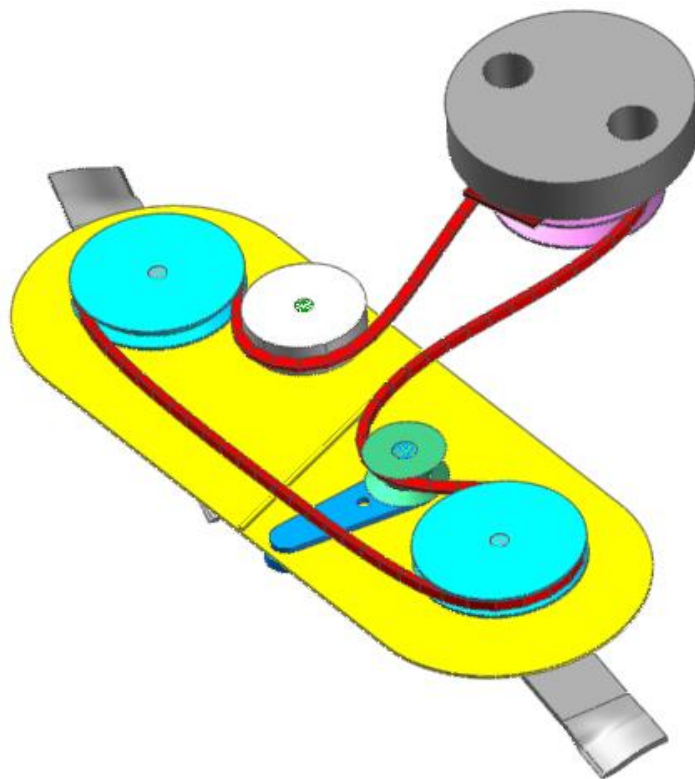




---

## 装有 **V** 形皮带的割草机教程 (**Belt**)



Copyright © 2017 FunctionBay, Inc. All rights reserved

User and training documentation from FunctionBay, Inc. is subjected to the copyright laws of the Republic of Korea and other countries and is provided under a license agreement that restricts copying, disclosure, and use of such documentation. FunctionBay, Inc. hereby grants to the licensed user the right to make copies in printed form of this documentation if provided on software media, but only for internal/personal use and in accordance with the license agreement under which the applicable software is licensed. Any copy made shall include the FunctionBay, Inc. copyright notice and any other proprietary notice provided by FunctionBay, Inc. This documentation may not be disclosed, transferred, modified, or reduced to any form, including electronic media, or transmitted or made publicly available by any means without the prior written consent of FunctionBay, Inc. and no authorization is granted to make copies for such purpose.

Information described herein is furnished for general information only, is subjected to change without notice, and should not be construed as a warranty or commitment by FunctionBay, Inc. FunctionBay, Inc. assumes no responsibility or liability for any errors or inaccuracies that may appear in this document.

The software described in this document is provided under written license agreement, contains valuable trade secrets and proprietary information, and is protected by the copyright laws of the Republic of Korea and other countries. UNAUTHORIZED USE OF SOFTWARE OR ITS DOCUMENTATION CAN RESULT IN CIVIL DAMAGES AND CRIMINAL PROSECUTION.

## Registered Trademarks of FunctionBay, Inc. or Subsidiary

*RecurDyn*<sup>TM</sup> is a registered trademark of FunctionBay, Inc.

*RecurDyn*<sup>TM</sup>/SOLVER, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/MODELER, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/PROCESSNET, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/AUTODESIGN, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/COLINK, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/DURABILITY, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/FFLEX, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/RFLEX, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/RFLEXGEN, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/LINEAR, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/EHD(Styer), *RecurDyn*<sup>TM</sup>/ECFD\_EHD, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/CONTROL, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/MESHINTERFACE, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/PARTICLES, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/PARTICLEWORKS, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/ETEMPLATE, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/BEARING, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/SPRING, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/TIRE, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/TRACK\_HM, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/TRACK\_LM, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/CHAIN, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/MIT2D, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/MIT3D, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/BELT, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/R2R2D, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/HAT, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/曲柄, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/PISTON, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/VALVE, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/TIMINGCHAIN, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/ENGINE, *RecurDyn*<sup>TM</sup>/GEAR are trademarks of FunctionBay, Inc.

## Third-Party Trademarks

Windows and Windows NT are registered trademarks of Microsoft Corporation.

ProENGINEER and ProMECHANICA are registered trademarks of PTC Corp. Unigraphics and I-DEAS are registered trademark of UGS Corp. SolidWorks is a registered trademark of SolidWorks Corp. AutoCAD is a registered trademark of Autodesk, Inc.

CADAM and CATIA are registered trademark of Dassault Systems. FLEX//m is a registered trademark of GLOBEtrouter Software, Inc. All other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

## Edition Note

These documents describe the release information of *RecurDyn*<sup>TM</sup> V9R1.

# 目录

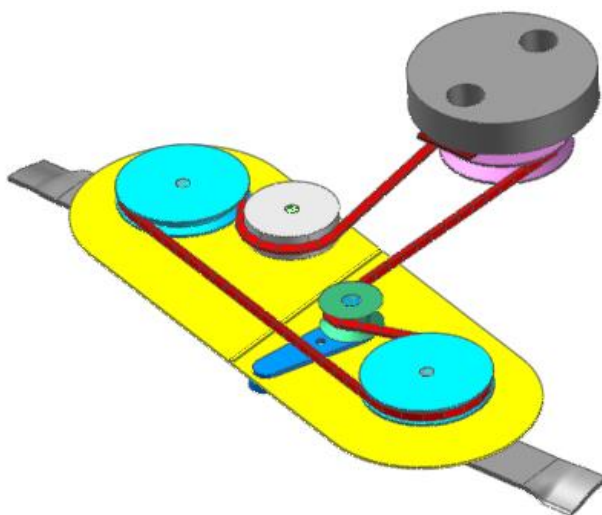
预备工作 .....	5
任务 .....	5
读者 .....	6
预备知识 .....	6
步骤 .....	6
预计完成时间 .....	6
创建子系统 .....	7
任务目标 .....	7
预计完成时间 .....	7
启动 RecurDyn .....	8
创建 Belt 子系统 .....	8
创建几何元素 .....	10
任务目标 .....	10
预计完成时间 .....	10
创建 V-pulley .....	11
创建 Roller .....	14
创建 V-belt 子段定义 .....	15
组装皮带 .....	16
任务目标 .....	16
预计完成时间 .....	16
定义皮带的路径 .....	17
将滑轮固定到轴 .....	18
创建旋转副 .....	19
将电机支架和割草机甲板连接到地面 .....	20
将运动施加到电机轴 .....	21
将力施加到张紧器链接 .....	21
运行仿真 .....	23
查看结果 .....	23
改进模型 .....	24
任务目标 .....	24
预计完成时间 .....	24

增加张紧轮上的法兰 .....	25
修改皮带 .....	26
增加叶片运动副的摩擦 .....	26
查看结果 .....	27
运行选项任务 .....	29
任务目标 .....	29
预计完成时间 .....	29
创建滑动传感器 .....	30
获取额外子段的输出数据 .....	32
查看结果 .....	32
收割机甲板振荡 .....	34

## 预备工作

### 任务

本教程帮助读者学习如何使用 **RecurDyn** 的 **Belt** 工具包，来仿真割草机的 V 形皮带割草系统。同时，生成动画和绘制图形，以便于观察模型的功能，增强对 **belt** 系统的直观理解。完整的 V 型皮带割草系统如下图所示。



**RecurDyn** 工具包允许对不同类型和规格的 **belt** 和 **pulley** 系统建模，包括本教程中会使用到的工具包内的一些几何元素。

- **V-belt**
- **Roller**
- **Flange**
- **V-pulley**

在组装 **belt** 系统时，**RecurDyn** 会自动创建元素和 **belt** 子段的接触。也可以使用 **RecurDyn** 的几何体 (**body**)，约束 (**joint**) 和力 (**force**) 元素，对 **belt** 系统建模。

## 读者

本教程的读者应该具备**如何**使用 **RecurDyn** 创建几何体、运动副、和力元素的能力。所有新的任务都将会做仔细说明。

## 预备知识

**读者**应该学习过 3D 曲柄滑块机构教程、螺旋桨发动机教程或其它类似教程。读者必须具备一些基本的物理知识。

## 步骤

本教程包括以下步骤。每个步骤预计完成的时间，如下表所示。也提供一些可选任务，用于进一步完善模型。这些可选任务大约需要 25 分钟完成。

步骤	时间 (分钟)
创建子系统	5
创建几何元素	15
装配和仿真 V 皮带	25
改进模型	15
总计:	60



## 预计完成时间

本教程大约需要 60 分钟完成，若完成可选任务，还需要 25 分钟。

Chapter

2

## 创建子系统

### 任务目标

学习如何设置仿真环境，创建 **belt** 子系统，并导入 **belt** 系统的 **base plates** 的几何体。



### 预计完成时间

5 分钟

## 启动 RecurDyn

启动 RecurDyn, 创建新模型:



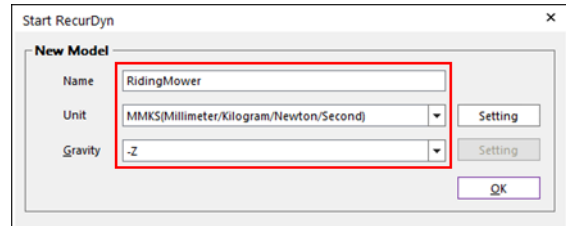
1. 双击桌面上的 RecurDyn 图标。

RecurDyn 启动, 并弹出 RecurDyn 对话框。

2. 设置如下。

- Units: MMKS
- Gravity: -Z

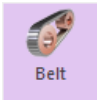
3. 文件保存为 Riding\_Mower。



## 创建 Belt 子系统

创建 Belt 子系统, 并导入 Parasolid 文件格式的几何体。

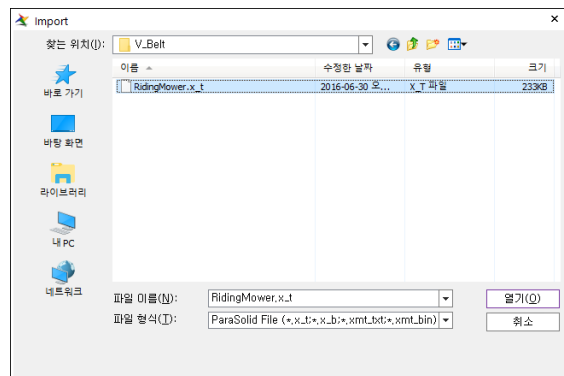
创建 belt 子系统:



1. 在 Toolkit 标签的 Subsystem Toolkit 栏, 点击 Belt。

建模窗口和数据窗口只显示 belt 子系统。

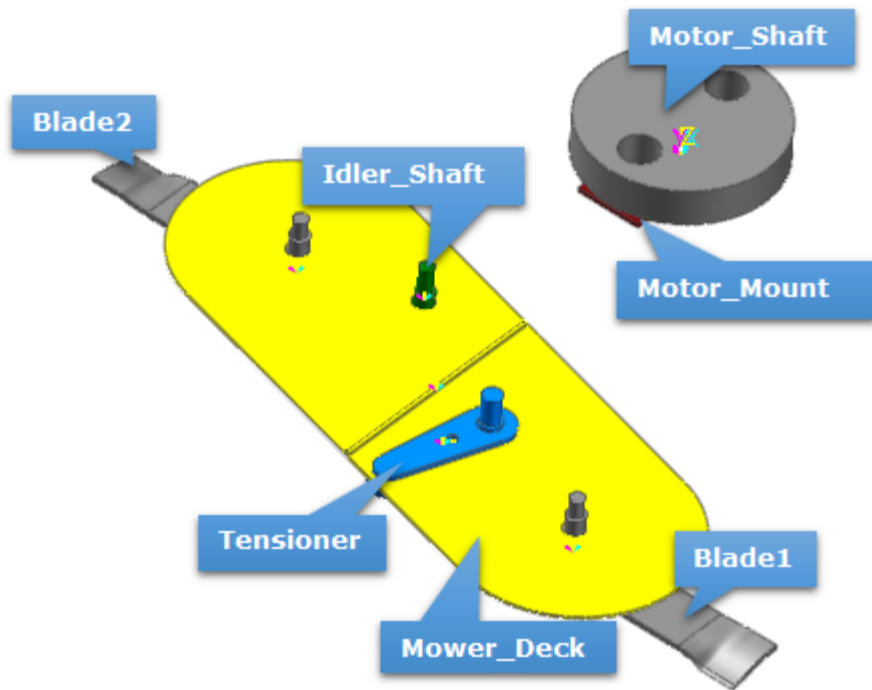
2. 在 System 菜单, 选择 Import。
3. 将 Files of type 设置为 ParasolidFile (x\_t)。
4. 选择文件 RidingMower.x\_t。(文件目录: <InstalDir>/Help/Tutorial/Toolkit/V\_Belt)。

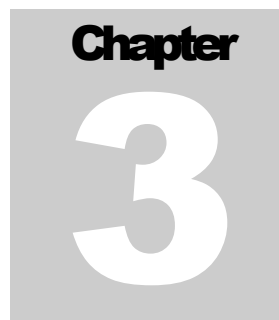


5. 点击 Open。
6. 将渲染模式改为 shade with wire。
7. 将图标和坐标大小改为 10。



模型如下图所示。





## 创建几何元素

### 任务目标

本章学习如何创建 V 型皮带的几何元素。

- V-pulley
- Roller
- Flange

下一章将组装 V 型皮带，并运行仿真。



### 预计完成时间

15 分钟

## 创建 V-pulley

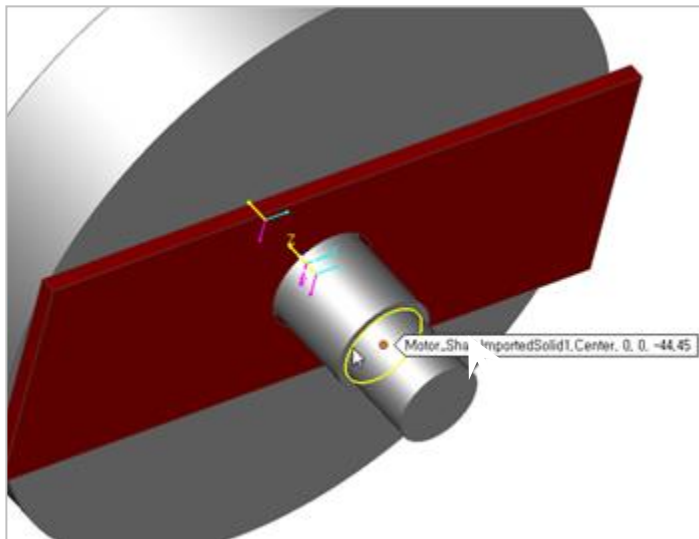
本节创建连接电机轴的 V-pulley。

创建 V-pulley:



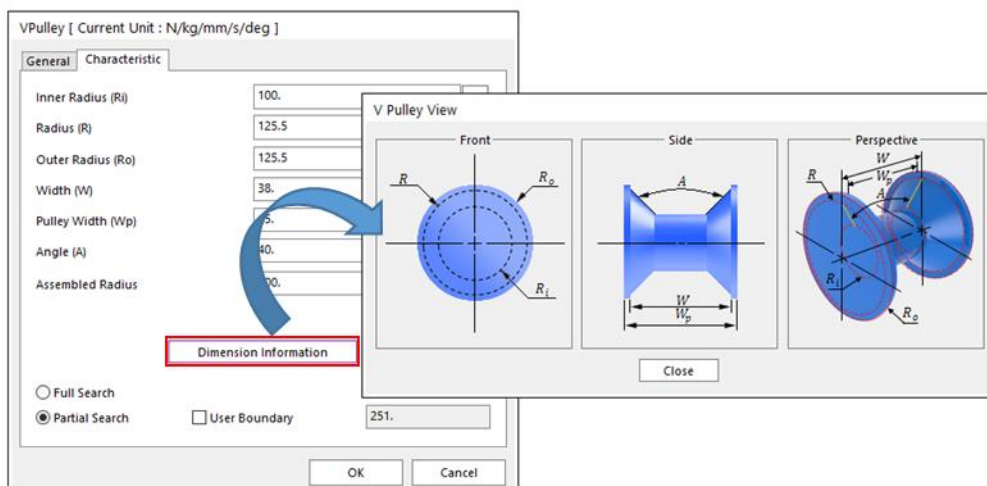
1. 从默认的 XY 平面，旋转模型，以便于看清电机轴的下面，如下图所示。
2. 在 Belt 下的 Pulley 组，点击 V Pully。
3. 将光标放置在电机轴的肩台的中心。

RecurDyn 会自动选择光标所处的圆的中心，因此选择电机轴肩台的中心，如下所示。



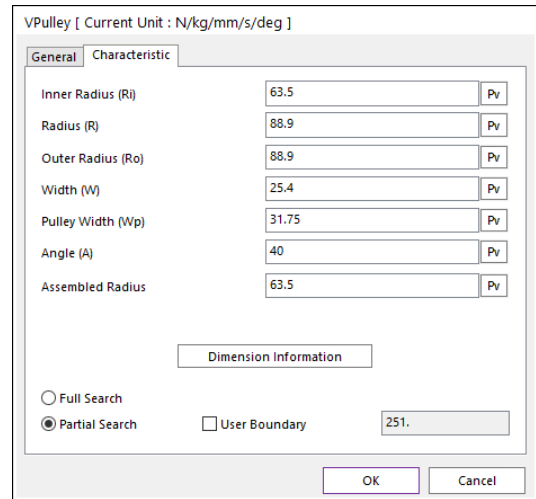
弹出定义 V-pulley 关键尺寸的 V-pulley 对话框。

4. 点击 **Dimension Information**，查看尺寸所表示的描述。



5. 点击 Close。
6. 在 VPulley 对话框，设置如下，并点击 OK。

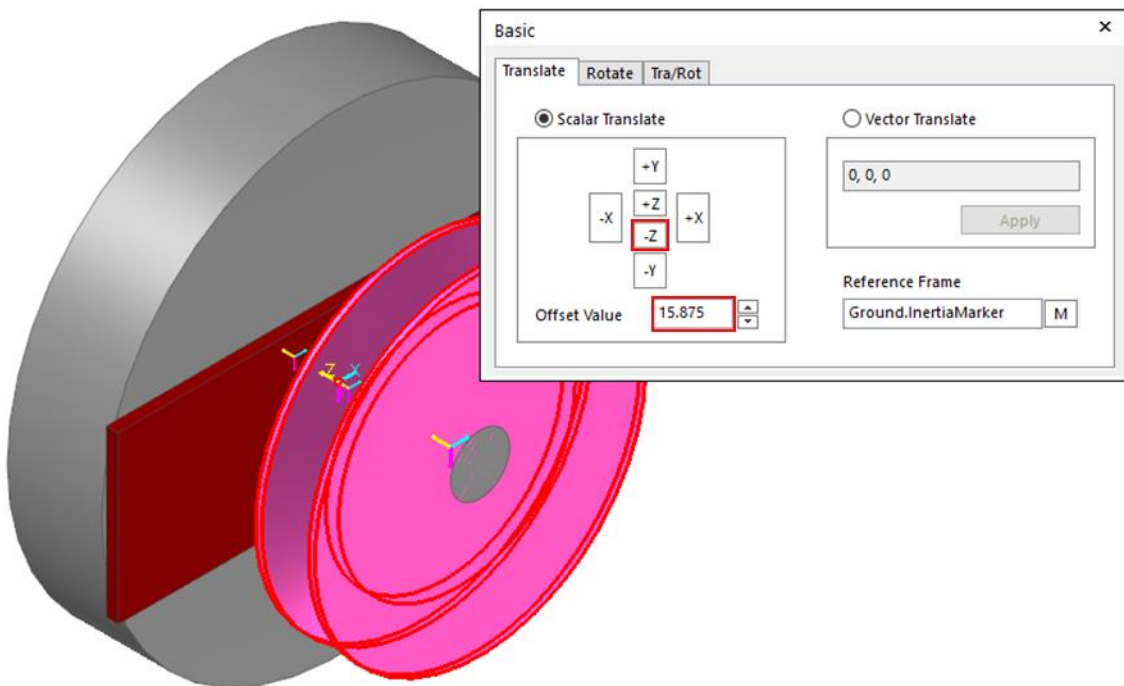
- Inner Radius: 63.5
- Radius: 88.9
- Outer Radius: 88.9
- Width: 25.4
- Pulley Width: 31.75
- Angle: 40
- Assembled Radius: 63.5



上面选择肩台的中心作为带轮的创建点，将带轮中心设置在此位置。现在需要偏移带轮，使得带轮的侧面靠在肩台上。

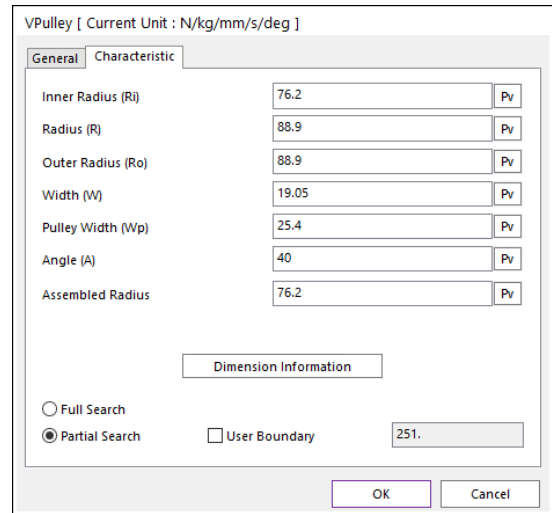


7. 使用 Basic Object Control, 沿-Z 方向, 移动滑轮一半的宽度 (15.875mm)。可以看到带轮的底部与电机轴的末端对齐。

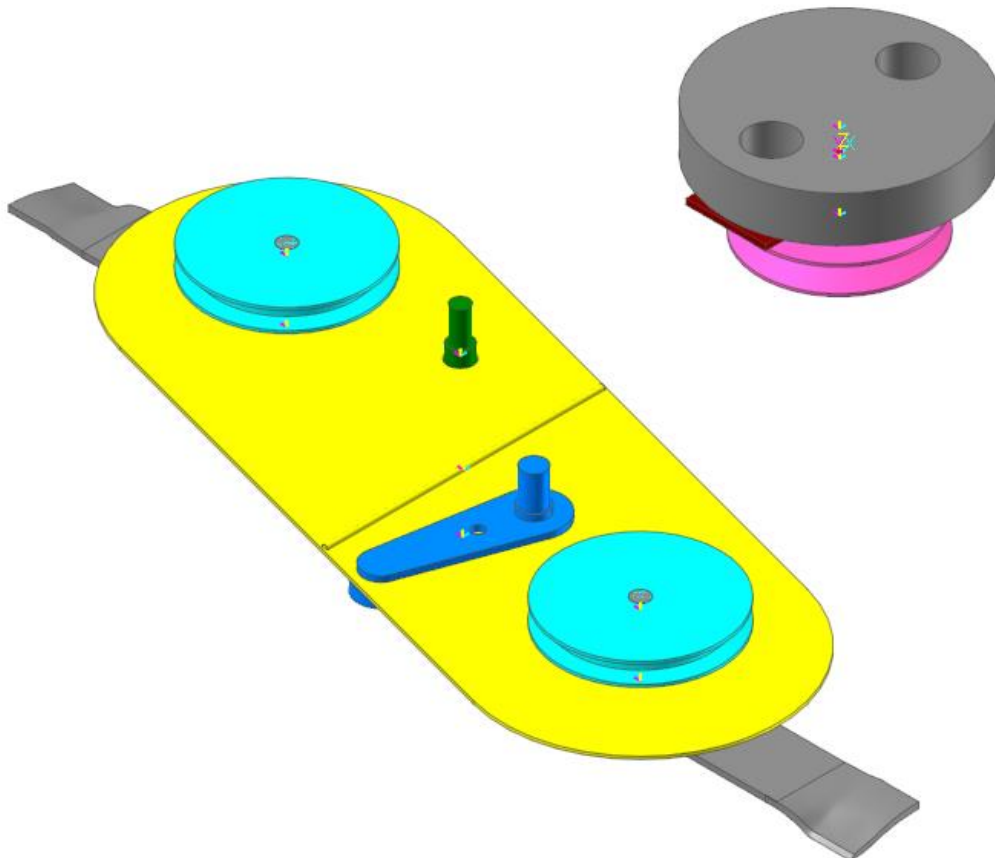


8. 类似地，在两个叶片轴上创建 V-pulley。两者都有相同的尺寸，如对话框所示。

- **Inner Radius:** 76.2
- **Radius:** 88.9
- **Outer Radius:** 88.9
- **Width:** 19.05
- **Pulley Width:** 25.4
- **Angle:** 40
- **Assembled Radius:** 76.2



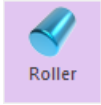
9. 确保在+Z 方向，将两个 pulleys 偏移 12.7mm，将它们正确布置在轴上。模型应该如下图所示。



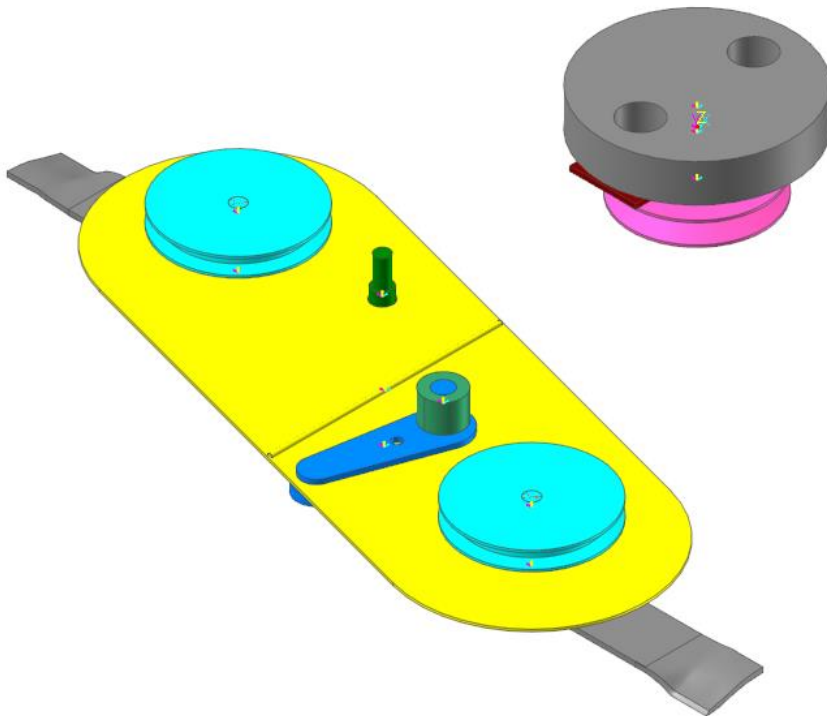
## 创建 Roller

创建张紧滚轮（如下图蓝色所示）。

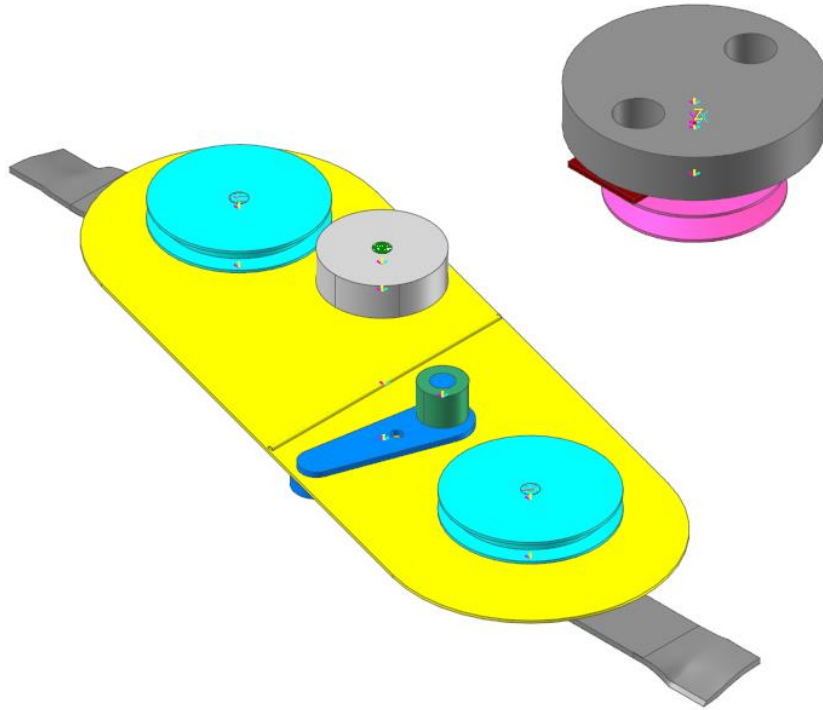
创建滚轮：



1. 在 **Belt** 标签的 **Pulley** 组中，点击 **Roller**。
2. 在创建过程中，为了充分定义滚轮，将创建方法改为 **Point, Distance, Depth**。
3. 和之前一样，将光标放置在轴肩处，选择轴肩的中心作为滚轮的中心。然后，在屏幕顶部的 **Input window** 工具栏，设置 25.4 作为 **distance**（半径），设置 38.1 作为 **depth**（圆柱体的高度）。
4. 在 **+Z** 方向，将滚轮偏移其高度的一半（19.05 mm）。



5. 同样，在深绿色的轴上（**idler**），创建滚轮。使用同样的创建方法，但是，这次设置 63.5 作为 **distance**（半径），设置 38.1 作为 **depth**（圆柱体的高度）。
6. 在 **+Z** 方向，将滚轮偏移其高度的一半（19.05mm）。



## 创建 V-belt 子段

创建 V-belt 子段:



1. 在 **Belt** 标签的 **Belt** 组, 点击 **V Belt**。



2. 将工作平面设置为 **xy** 平面, 选择任意的点, 最好是一个稍微远离模型中所有组件的点。

3. 在弹出的属性对话框, 设置如下所示的值, 用于定义 **V** 型皮带的轮廓。这些值可以生成皮带的粗略模型。进一步定义模型: 减小子段的长度, 并适当调整连接的位置。增加子段的数量, 需要更长的仿真时间, 但也会提供更精确的结果。

- **Height:** 10
- **Belt Thickness:** 10
- **Width:** 17.2
- **Angle:** 40
- **Segment Length:** 30
- **Cord Distance:** -4
- **Left Connecting Position:** -14
- **Right Connecting Position:** 14

VBelt [ Current Unit : N/kg/mm/s/deg ]

General	Characteristic
Height (H)	10 <input type="text"/> Pv
Belt Thickness (Ht)	10 <input type="text"/> Pv
Width (W)	12.7 <input type="text"/> Pv
Angle (A)	40 <input type="text"/> Pv
Segment Length (L)	30 <input type="text"/> Pv
Cord Distance (a)	-4 <input type="text"/> Pv
Left Connecting Position	-14 <input type="text"/>
Right Connecting Position	14 <input type="text"/>

Chapter

4

## 组装皮带

### 任务目标

本章创建皮带，并组装在上一章中创建的几何元素。然后运行子系统的仿真。



### 预计完成时间

25 分钟



## 定义皮带的路径

定义皮带的路径:

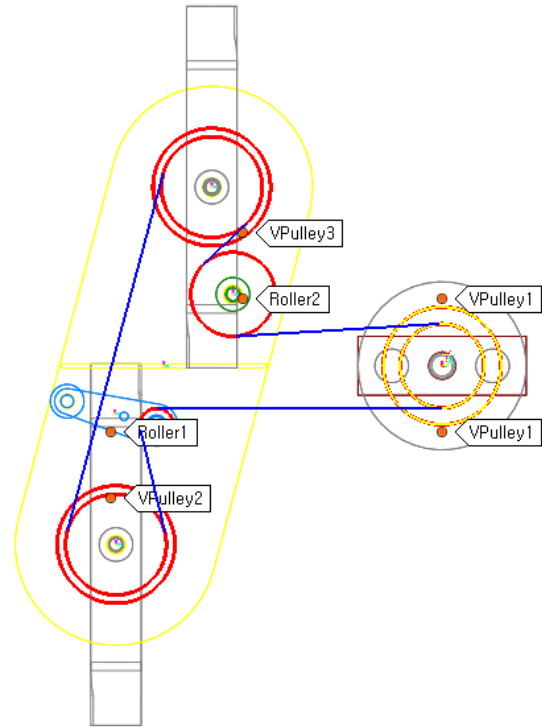


1. 将视图改为 xy 平面，并转换至线框渲染模式。



2. 点击 Belt 标签的 Assembly 组下的 Assembly。

3. 点击沿皮带运动路径的每个滚轮，从电机皮带轮开始，逆时针运行。确保细蓝色线正确的对齐到带轮和滚轮的一边，如右图所示。

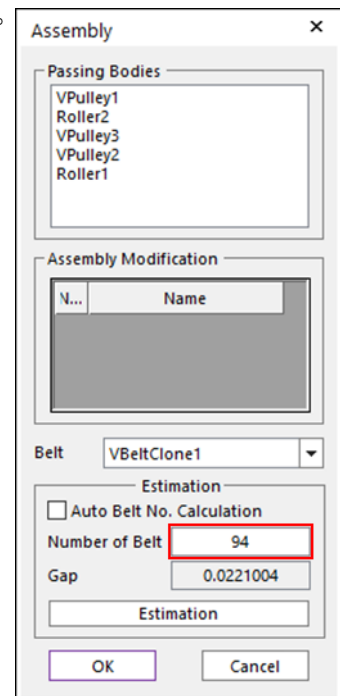


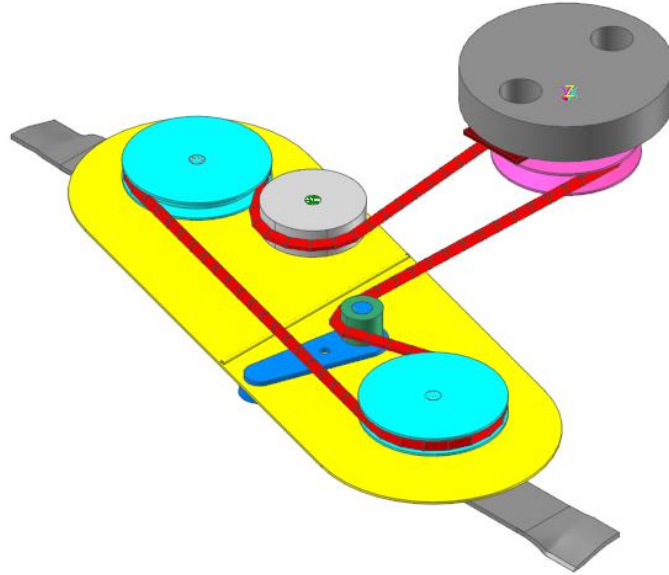
4. 选择所有的滚轮后，再次选择起始的带轮，但这次，蓝线会移动到带轮毂的另一侧，以完成循环。弹出对话框如右图所示。

5. 仿真开始时，希望皮带稍微松弛，所以将皮带子段数量由 93 增加至 94。

6. 点击 OK。

对每个皮带子段，RecurDyn 都会增加相应的 body 到子系统模型。模型应该如下所示。





## 将带轮固定到轴上

下面，将带轮固定到轴上。

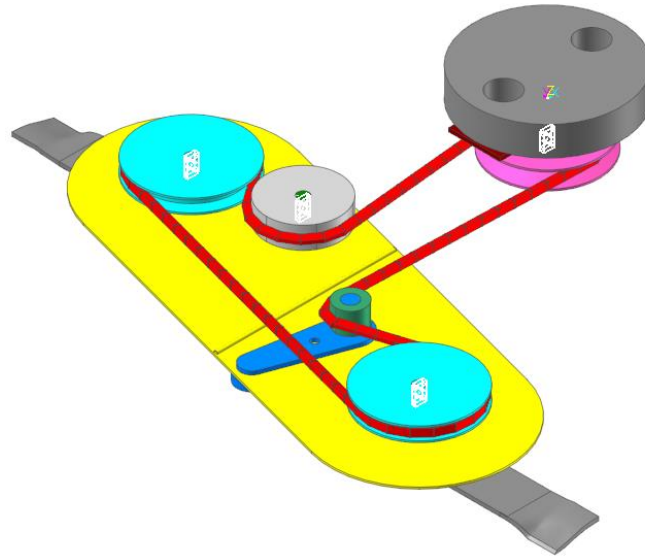
创建固定副：



1. 在 **Professional** 标签的 **Joint** 组，点击 **Fixed**。创建如表中所示的固定副。使用 **Body**, **Body**, **Point** 方法。

	<b>Body 1 (base)</b>	<b>Body 2 (action)</b>	<b>Ponit</b>
<b>FixedJoint1</b>	<b>Motor_Shaft</b>	<b>VPulley1</b>	<b>0, 0, -60.325</b>
<b>FixedJoint2</b>	<b>Blade2</b>	<b>VPulley2</b>	<b>VPulley2.CM</b>
<b>FixedJoint3</b>	<b>Blade1</b>	<b>VPulley3</b>	<b>VPulley3.CM</b>
<b>FixedJoint4</b>	<b>Idler_Shaft</b>	<b>Roller2</b>	<b>Roller2.CM</b>

2. 对每个带轮（除了最大的一个灰色滚轴）进行此操作。绿色的滚轴（较小的）需要在蓝色动臂上自由旋转。蓝色张紧器以割草机甲板上的安装位置为中心转动，来加紧或松弛电机的皮带。



## 创建旋转副

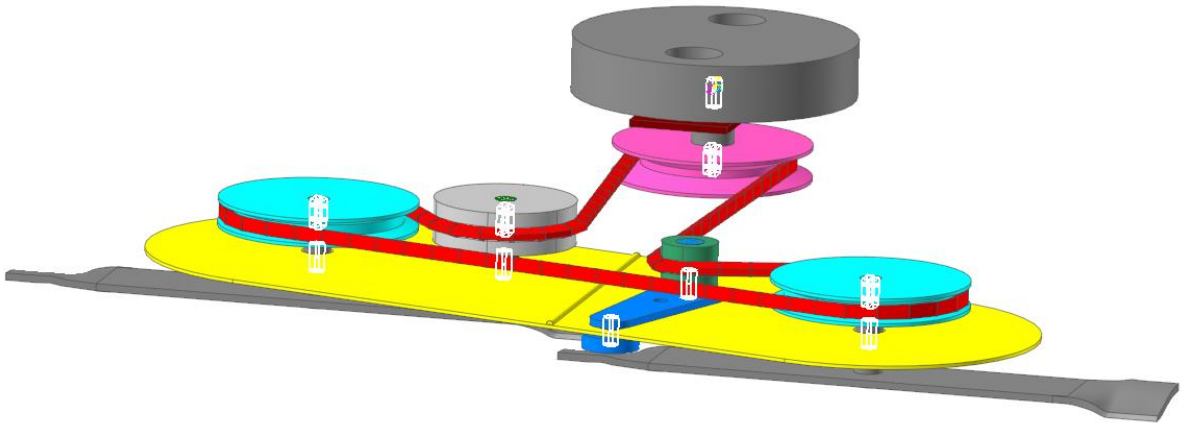
下面，将在每个轴和基座之间创建旋转副。也将在绿色轴和上一步的蓝色张紧器之间创建旋转副。

创建旋转副：



- 点击 **Professional** 标签的 **Joint** 组的 **Revolute**，创建如下表所示的 **revolute joints**。使用 **Body, Body, Point** 方法。选择轴的圆心作为旋转副的轴心。

	<b>Body 1 (base)</b>	<b>Body 2 (action)</b>
RevJoint1	MotherBody	Motor_Shaft
RevJoint2	Mower_Deck	Blade2
RevJoint3	Mower_Deck	Blade1
RevJoint4	Mower_Deck	Tensioner
RevJoint5	Tensioner	Roller1
RevJoint6	Mower_Deck	Idler_Shaft
RevJoint7	Motor_Mount	Motor_Shaft



## 将电机支架和割草机甲板连接到地面

将电机支架平台直接固定在地面。

黄色的割草机甲板需可以自由运动，以适应不同的地形。通过沿平台轴线中心创建旋转副，来考虑此效果。此轴上的半圆形脊线可用来简化运动副的创建过程。

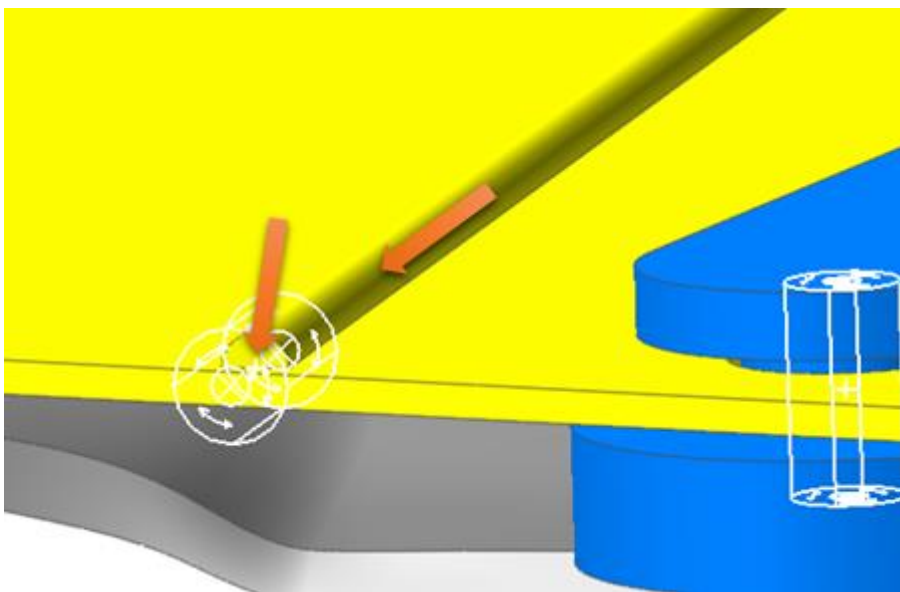
将电机基座连接到地面



1. 在 **Motor\_Mount** 上的任意位置，创建固定副使之与地面相连。



2. 使用 **Point, Direction** 创建方法，为 **Mower\_Deck** 创建旋转副。首先选择山脊的半圆形中心，**然后**再选择山脊本身，指定方向。



指定这个运动副的运动为 0，此时旋转副其实就相对于固定副，但是以后修改非常简单。

3. 右键点击旋转副，并选择 **Properties**。
4. 选择 **Include Motion**，然后指定函数表达式为 0，表明这个仿真没有运动。如果对这个步骤有疑问，参考下一节，定义函数表达式的运动副。

## 施加到电机轴运动

下面，通过修改 **Motor\_Mount** 和 **Motor\_Shaft** 之间的 **RevJoint1** 运动，将电机转速加大到 1800rpm。

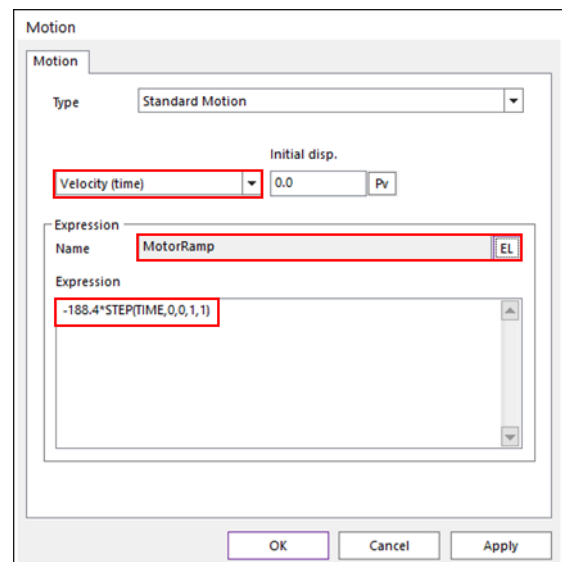
运行电机：

1. 在数据库窗口，右键点击 **RevJoint1**，并点击 **Property**。
2. 点击 **Include Motion**，然后点击 **Motion**。
3. 设置运动类型为 **Velocity**。
4. 设置运动的表达式，如下所示。

$$-188.4 * \text{STEP}(\text{TIME}, 0, 0, 1, 1)$$

5. 点击 **OK** 两次。

1s 内，从 0 到 188.4 rad/s，增加电机转速。



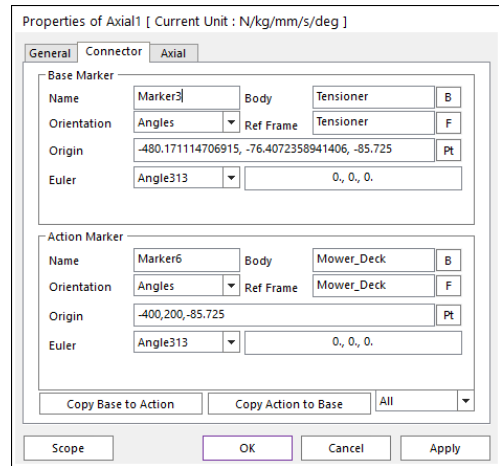
## 将力施加到张紧器上

下面，将在支点和滚轮之间，大约 2/3 位置的孔上创建力。力会张紧皮带，并驱动叶片。此力所代表的缆绳/杆/弹簧系统在模型中没有体现。这个力值决定了皮带的张力，对皮带和电机轴之间的滑动有显著影响。这个力大小对于设计研究而言是一个可改变的参数。

创建力:



1. 点击 **Professional** 标签的 **Force** 组的 **Axial**, 并使用默认的创建方法 **Body, Body, Point, Point**, 创建轴。
2. 点击 **tensioner**, 然后点击 **Mower\_Deck**。
3. 对于第一点, 选择与弹簧连接的 **tensioner** 的孔。对于第二点, 选择 **Mower\_Deck** 的任意点, 因为将在下一步改变它的位置。
4. 显示新创建的轴向力的属性对话框, 点击 **Connector** 标签, 然后将 **Action** 标记的位置 (原点) 更改为 (-400, 200, -85.725), 如图所示。



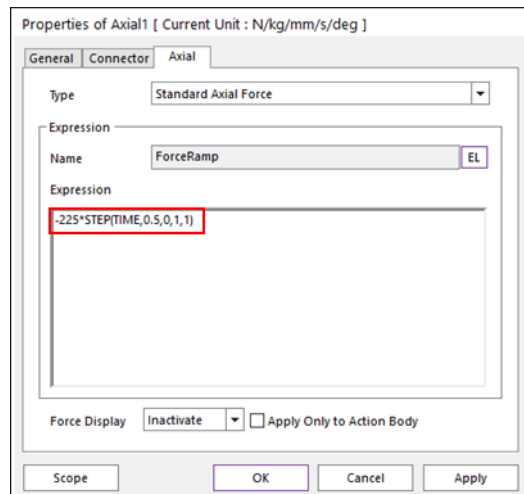
这会使得力与张紧器运动的初始方向近似相切, 最大化机械效率。

通常, 当打开割草机时, 电机首先达到一定速度, 而皮带打滑, 没有扭矩传递到叶片。然后, 通过施加适当的力到张紧器上, 驱动叶片。

当电机差不多达到全速时, 将力从 0 提高到 225 N (0.5s 内), 进行仿真。

5. 在 **Properties** 对话框, 点击 **Axial** 标签。
6. 设置如下图所示的函数表达式。

- $-225 * \text{STEP}(\text{TIME}, 0.5, 0, 1, 1)$



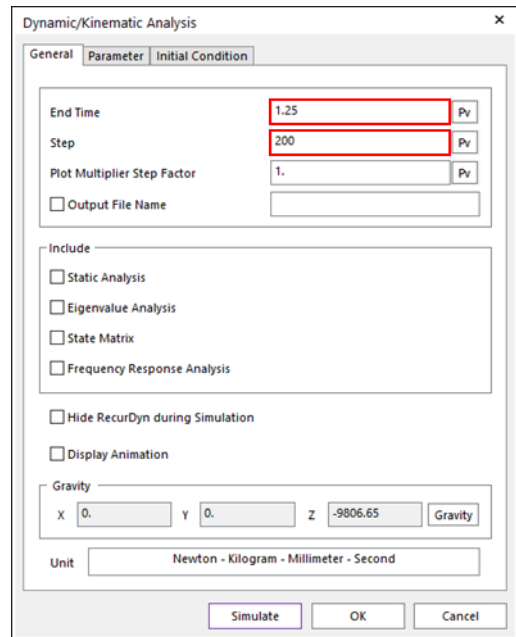
## 运行仿真

下面，准备运行第一次仿真。

运行仿真：

1. 在 **Analysis** 标签的 **Simulation Type** 组，点击 **Dyn/Kin**。
2. 设置仿真运行 1.25s，200 步，如右图所示。这会给予电机足够的时间达到所需的速度。
3. **Parameter** 列下 **Jacobian Evaluation** 该为 10。
4. 点击 **Simulate**。

在 2.6GHz 的奔四电脑上，运行时间小于 10 分钟。

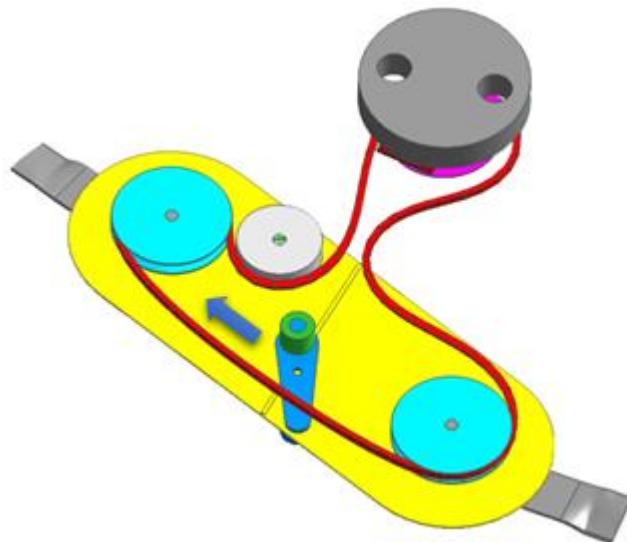


## 查看结果

查看结果：



- 点击 **Analysis** 标签的 **Animation Control** 组的 **Play**，来显示结果。



查看仿真结果，会注意到这个割草机有明显的设计缺陷。因为没有法兰支撑，皮带无法停在张紧轮上。下一章，将修改这个张紧轮，设置适合的法兰。

Chapter

5

## 改进模型

### 任务目标

本章通过增加张紧轮上的法兰来改进模型，并重新运行仿真。然后绘制结果图形。



### 预计完成时间

15 分钟



## 增加张紧轮上的法兰

下面调整空间，以在张紧轮上增加法兰。首先减小紧轮的宽度（高度）。然后，创建法兰，调整尺寸，并将其固定在滚轴上。

增加张紧轮上法兰：

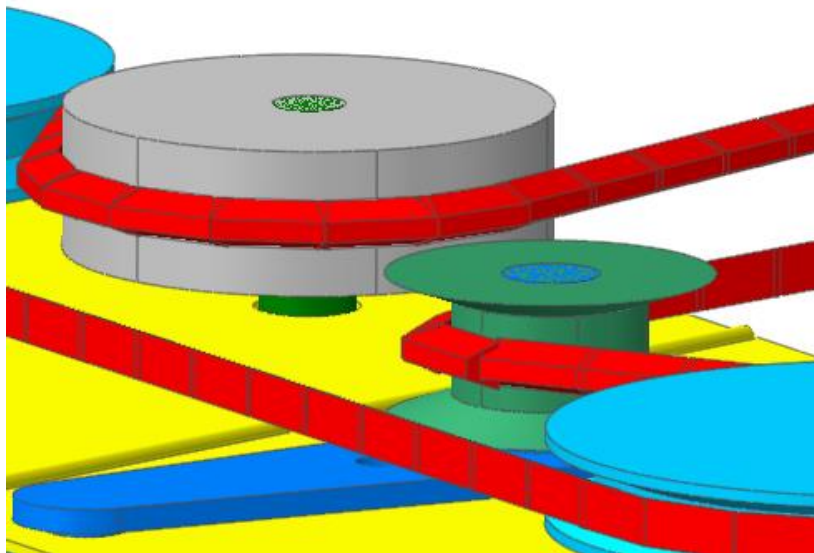
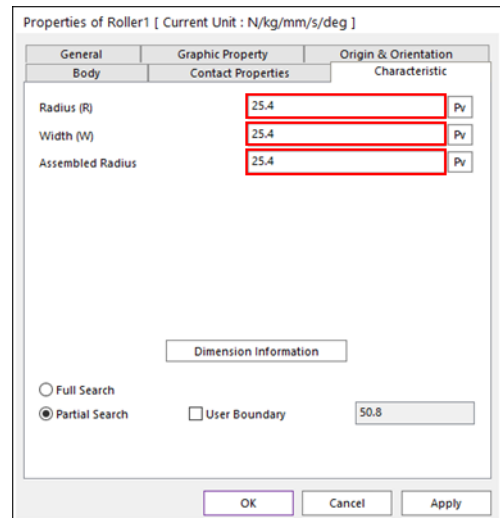
1. 右键点击绿色的小轮，并点击 **Properties**。在 **Properties** 对话框，点击 **Characteristic** 标签，并改变宽度为 25.4，如右图所示。

下面增加法兰。

2. 在 **Belt** 标签的 **Pulley** 组，点击 **Flange**。
3. 点击滚轮的顶面。对滚轮的底面进行同样的操作。

法兰的默认尺寸太大。

4. 右键点击 **flanges** 选择 **Property**，在 **Characteristics** 标签下将法兰的 **depth** 改为 6.35 mm。



5. 使用固定副，将每个法兰连接到张紧轮上。

## 修改皮带

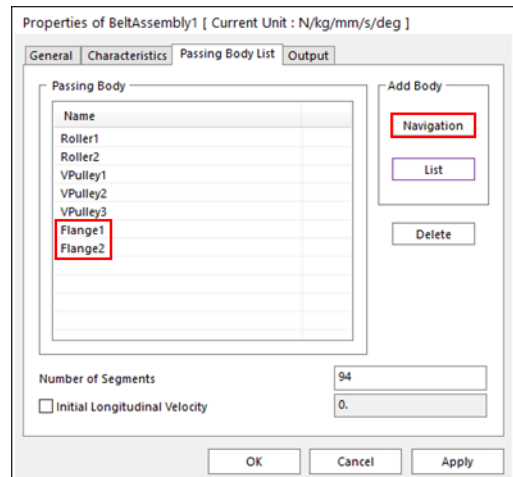
下面，修改皮带总成特性，以定义皮带总成与两个法兰的接触。

修改皮带总成：

1. 在数据库窗口，向下滚动至底端，右键点击 **BeltAssembly1**，然后点击 **Properties**。

因为已经增加法兰到张紧轮上，需要在 **RecurDyn** 中确认这些后添加的物体的接触。

2. 使用 **Navigation** 或 **List** 选项，增加物体到右侧，并点击 **OK**。



## 增加叶片运动副的摩擦

可能已经注意到，在前面的仿真中，在电机开始运转后，叶片开始运动。这是不真实的。实际上，割草机有一个制动机构锁紧叶片。对此的建模超出了本教程的范围。

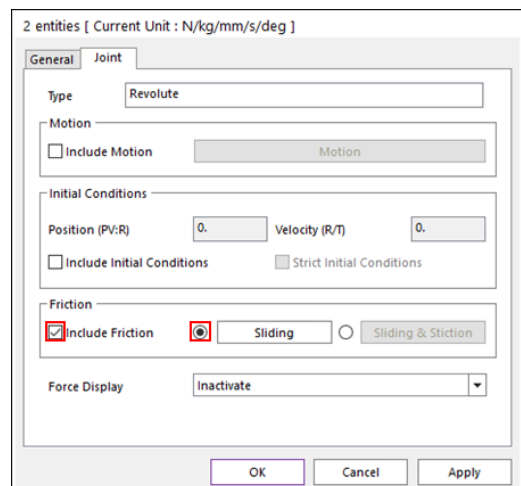
本模型也没有设置摩擦，然而，可以添加阻止叶片运动的阻力，这样可以看到施加到张紧轮上的力的影响。

增加摩擦：

1. 显示叶片和割草机甲板之间的旋转副的 **Properties** 对话框。

默认下，摩擦的有效力臂太大。

勾选 **Include Friction**，并勾选 **Sliding** 选项。



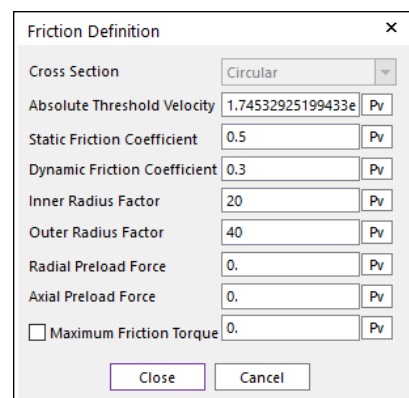
2. 点击 **Sliding** 按钮，设置如右图所示。

其它值，默认设置

- **Inner Radius Factor:** 20
- **Outer Radius Factor:** 40

3. 点击 **Close**，并选择 **OK**。

下面，准备再次运行仿真。



- 用同样的设置 (1.25 s 和 200 步)，再次运行仿真。

播放动画时，会看到皮带正确地运行。法兰可以防止皮带脱离张紧轮的滚轴。

## 查看结果

查看结果

查看结果:



1. 点击 **Analysis** 标签的 **Plot**，打开 **Plot** 窗口，然后可以增加显示电机速度和叶片速度的数据曲线。



2. 对 **RevJoint1** (电机速度) 和 **RevJoint2** (叶片速度) 的 **Vel1\_Relative** 值，进行绘图。

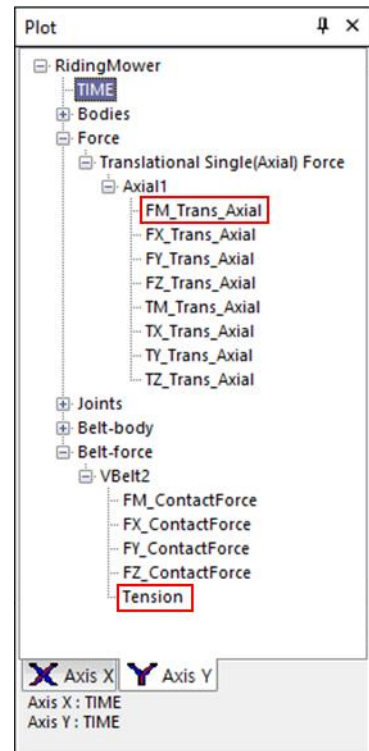
3. 点击 **Home** 标签的 **View** 组的 **Window**。然后，点击 **Window** 按钮下的 **Show left Windows**，将窗口分为两个方框。

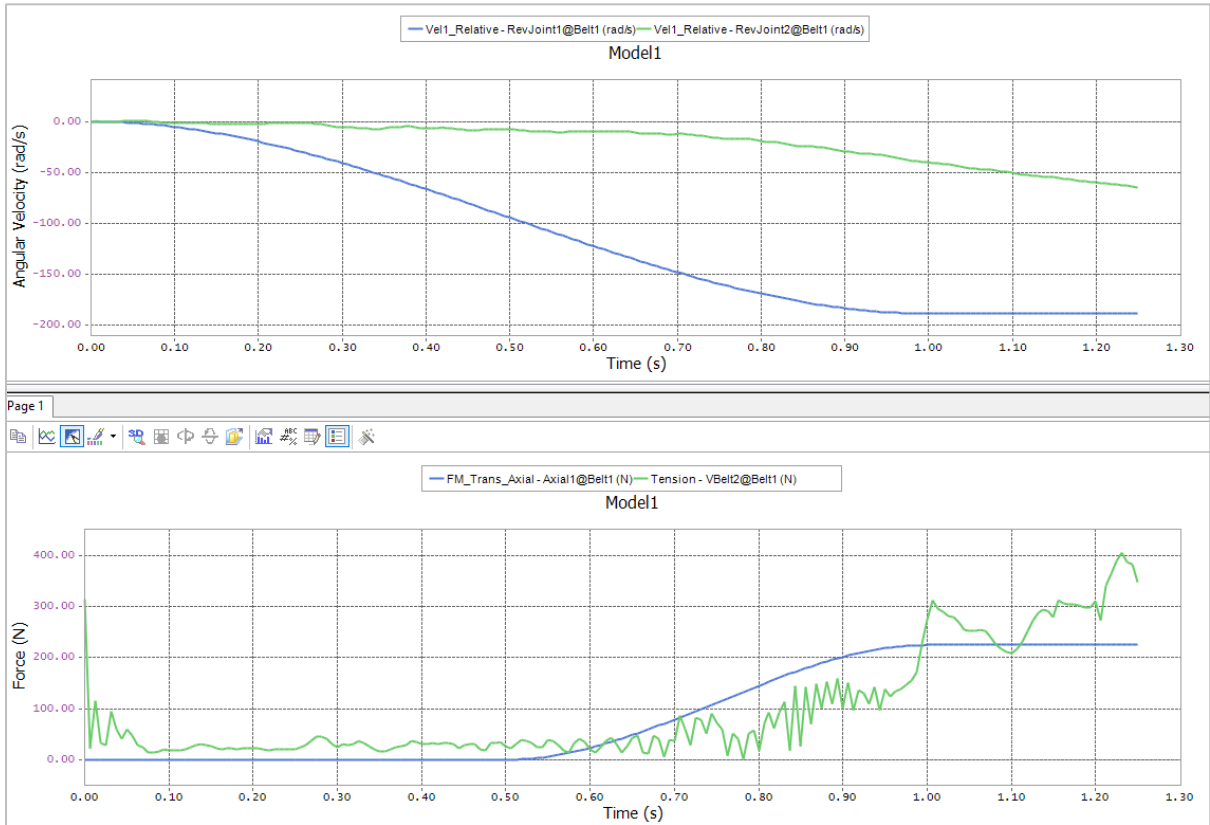
将所施加的轴向力和皮带张力，添加到第二个方框中。

4. 点击下面的方框，来激活它。
5. 对 **Axial1** 力的 **FM\_Trans\_Axial** 绘图，对 **VBelt2** 皮带子段 (如右图) 的 **Tension** 绘图。

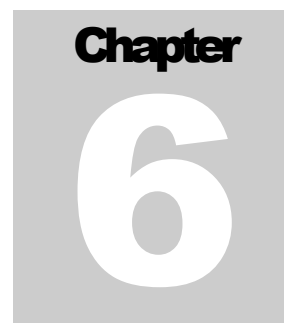
可以看到：当力施加到张紧轮，皮带张力增加，割草机叶片开始加快。看起来，叶片还没有完全加快速度，但实际上已经开始。为了看清，叶片的稳态速度是多少，较长时间地运行仿真。或者可以增加张力值，摩擦系数或力臂，这样皮带会很快停止滑动。

6. 在 **System** 菜单，选择 **Close**，返回到建模环境。





此时，运行的的割草机叶片传动系统的工作模型已经完成。下一章是可选任务。



## 可选任务

### 任务目标

本章通过添加割草机甲板振动来进一步优化模型。创建一个滑动传感器，对皮带子段，获取其输出数据，并绘制结果图形。



### 预计完成时间

25 分钟

## 创建滑动传感器

创建皮带和电机带轮之间的滑动传感器。

创建传感器：



1. 在 **Belt** 标签的 **Sensor** 组，点击 **Sensor** 按钮下的 **Slip Sensor**。
2. 设置 **Creation Method** 工具栏为 **RollerBody, Point, Distance**。
3. 设置如下：
  - **RollerBody** - 选择电机 **VPulley1**。
  - **Point** (传感器位置) - 在 **Z**-方向的同一平面创建点作为三角皮带轮的中心，另一点在三角带轮相对皮带另一侧 (160, 0, -60.325)。
  - **Distance** (搜索半径) - 选择 100。

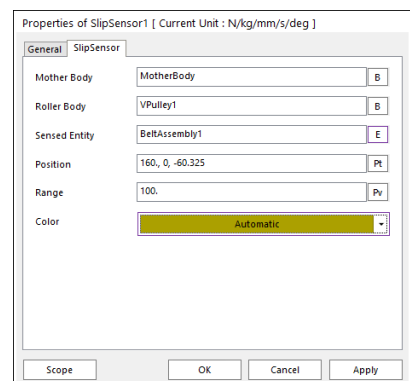
传感器图标已创建，但是需要指定确定传感器感应的皮带，使其工作。

4. 选中传感器图标点击右键，并选择 **Properties**。
5. 在 **Properties** 对话框，在 **SensingEntity** 文本框旁边，点击 **E**，然后点击皮带的任意子段。

**BeltAssembly1** 出现在 **Sensing Entity** 文本框。

6. 点击 **OK**。

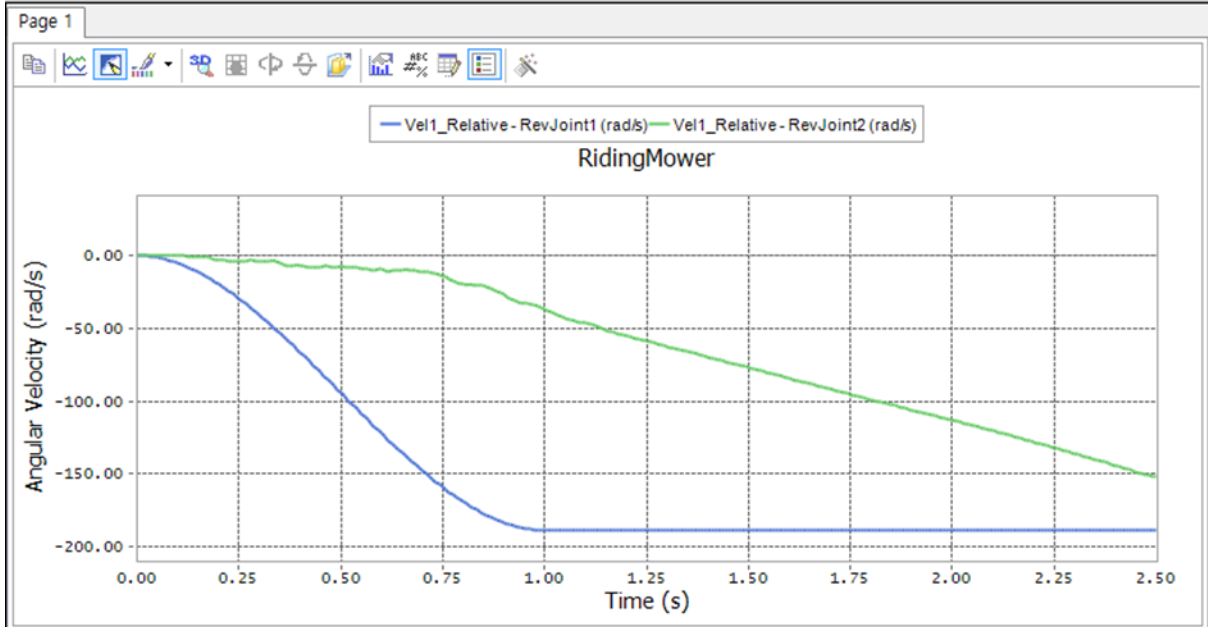
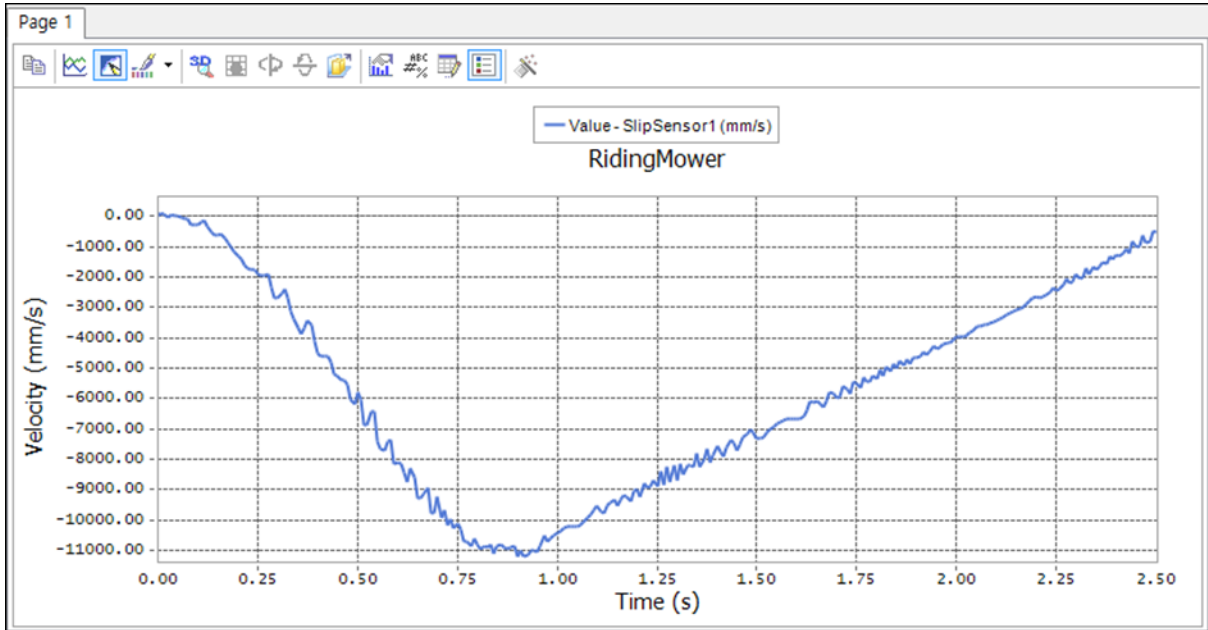
准备仿真。



运行 2.5s 的仿真将使系统更接近平衡，所以当仿真运行时，如果有足够的时间等待，建议使用当前的仿真时间。在进行下一部分前，建议等待仿真结束，因为下一部分也包括这当前的仿真结论。

7. (可选) 运行仿真 2.5s, 300 步。下图显示仿真结果。
8. 在上面的窗口，对 **SlipSensor1** 的 **Value** 绘图；在下面的窗口，对 **RevJoint1** 和 **RevJoint2** 的 **Vel\_Relative** 绘图。

上图显示：驱动轮的最大滑移出现在大约 0.85s 处。下图显示：随着仿真时间的增加，叶片的速度更接近皮带的速度。



## 获取皮带子段的输出数据

通过获取 RecurDyn 的数据，跟踪多个皮带子段的张力。

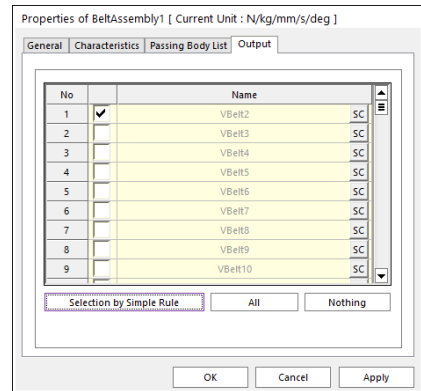
跟踪张力：

1. 在数据库窗口，右键点击 **BeltAssembly1**，并选择 **Properties**。
2. 为进行数据输出，点击 **Output** 标签，勾选皮带子段旁边的对话框。为保持简单化，选择三个子段：**VBelt2**，**VBelt32**，和 **VBelt62**

现在，运行仿真时 RecurDyn 将储存这些子段的仿真结果。

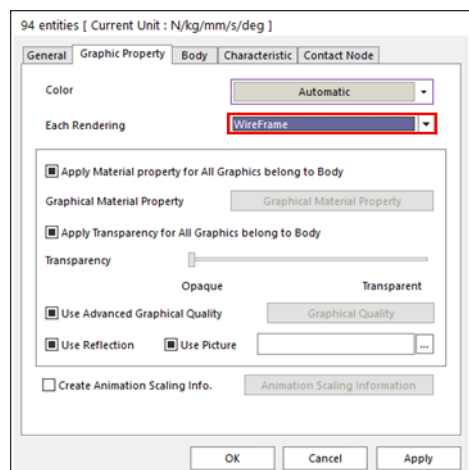
3. 运行仿真（2.5s 和 300 步）。

因为三个链节的数据输出，因此需设置视觉标识，以方便在动画中观察。可以使用渲染模式。



4. 点击 **Each Render** 工具（在工具栏，转换至阴影的右边）
5. 通过在数据库窗口，点击第一个子段（**VBelt2**），向下滚动，然后按住 **Shift** 键，点击最后一个子段（**VBelt95**），设置整个皮带总成为线框图。
6. 现在，已经选择 94 个子段，右键点击其中一个，点击子段的 **Properties**。

7. 点击 **Graphic Properties** 标签，设置 **Each Rendering** 为 **Wireframe**，如右图所示。
8. 点击 **OK**，关闭 **Properties** 对话框。



9. 在数据库窗口，右键定义设置想要的子段（**VBelt2**，**VBelt32**，和 **VBelt62**）为阴影。在弹出的菜单，选择点击 **Shade**。
10. 设置除了 **Mower\_Deck** 外的所有其它物体的渲染模式为阴影。设置 **Mower\_Deck** 为线框图，以便更好地查看割草机叶片。

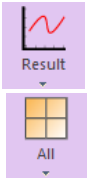
## 查看结果

本节对已选择的三个子段的皮带张力、皮带轮速度、张力进行绘图。查看这些单元最有效的方法是：在一个窗口绘制子段张力，在另一个窗口播放动画。随着张力的变化，



可以清楚看到子段的位置。例如，当子段经过电机带轮时，从高张力转换到低张力，所以电机对皮带有一个正向的扭矩。

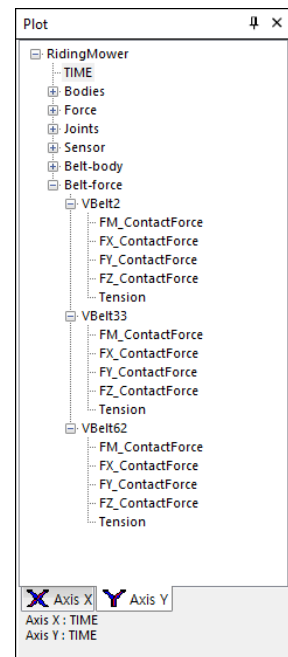
查看结果：

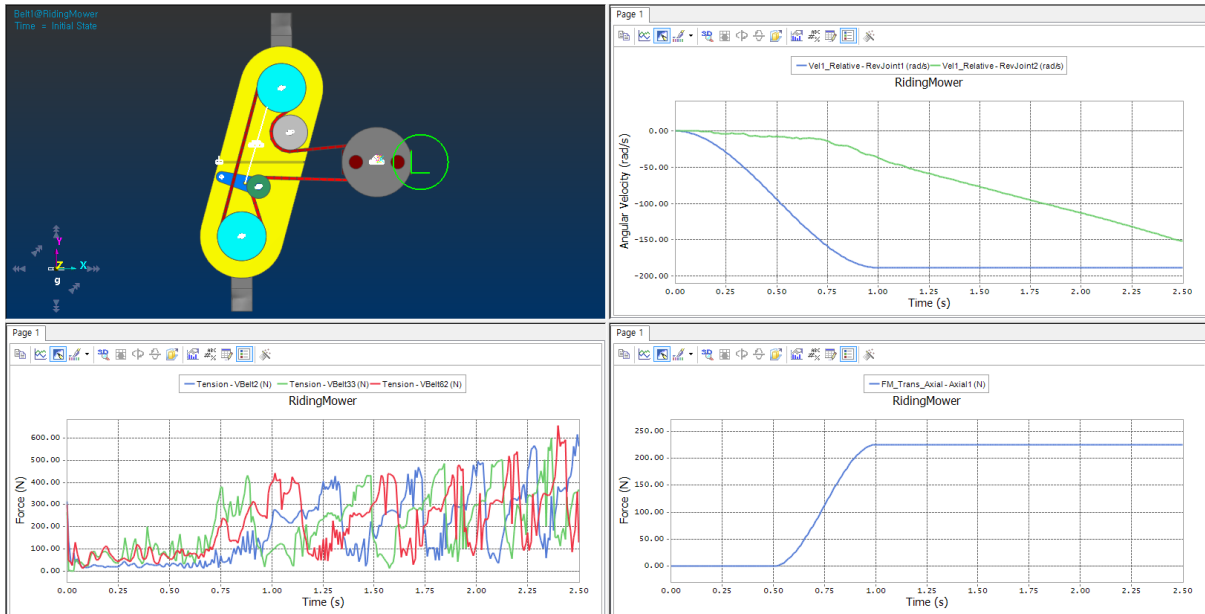


1. 打开 **Plot** 窗口。
2. 在 **Home** 标签的 **View** 组，点击 **Show All Windows**，将窗口分为四个方框。
3. 点击左上窗口，并激活。
4. 在 **Tool** 标签，通过点击 **Animation** 组的 **Load Animation**，加载动画。

会弹出 **warning** 对话框，提示删除当前方框的视图。

5. 点击 **Yes**，使用在建模环境中的同样命令和工具，修改动画的视图和渲染模式。
6. 使用在建模环境中的同样命令和工具，修改动画的视图和渲染模式
7. 点击左下的方框，并激活，对三个皮带子段的 **Tension** 绘图（如右图所示）。
8. 点击右上方框，并激活，对 **RevJoint1** 和 **RevJoint2**（分别是电机和叶片）的 **Vel1\_Relative** 绘图。
9. 点击右下方框，并激活，对张力绘图（**Axial1** 的 **FM\_Trans\_Axial**）。
10. 下图显示结果绘图。

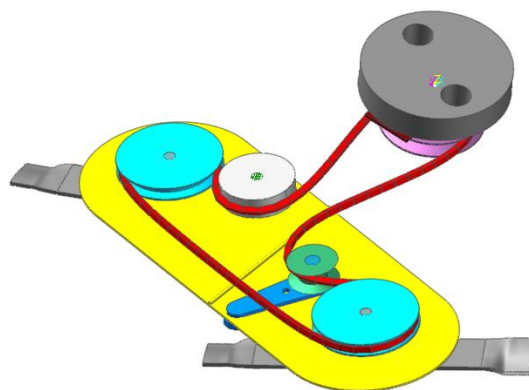
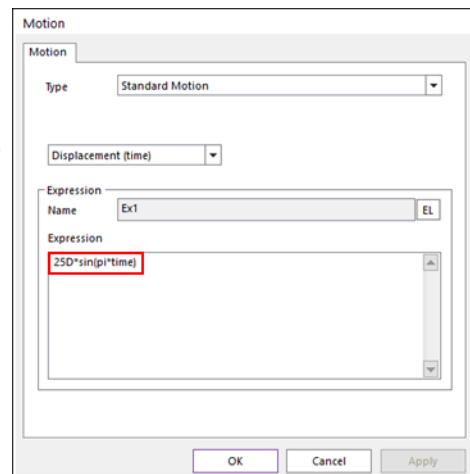




## 收割机甲板振荡

收割机甲板振荡：

1. 对收割机甲板与地面之间的旋转副的运动，进行修改。指定为 2s 周期和 25 度振幅的正弦运动。  
( $25D * \sin(\pi * TIME)$ )
2. 将仿真时间设置为两秒钟，查看振荡的作用。随着收割机甲板的振荡，观察皮带的张紧力和皮带张紧器的位置如何变化。



感谢参与本教程学习!