

LISTEN.
THINK.
SOLVE.®

收放卷应用控制技术

罗克韦尔自动化
OEM 应用中心, 中国

Agenda

1. 收放卷应用概述

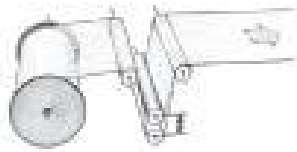
2. 中心卷绕的典型控制策略

3. 卷径计算

4. 罗克韦尔自动化收放卷解决方案

收放卷技术在OEM机械设备中的应用

包装机械



卷绕

- 张力控制
- 机械惯量补偿
- 实时卷轴切换

纺织机械



绕线

- 高精度张力控制
- 同步性能高
- 可变的绕线模式
- 不同的绕线速度

塑料机械



卷绕装置

- 表面收卷
- 中心收卷
- 采用扭矩电机直接收卷驱动
- 轴同步
- 摆棍控制
- 张力控制
- 全速自动筒管更换

印刷机械

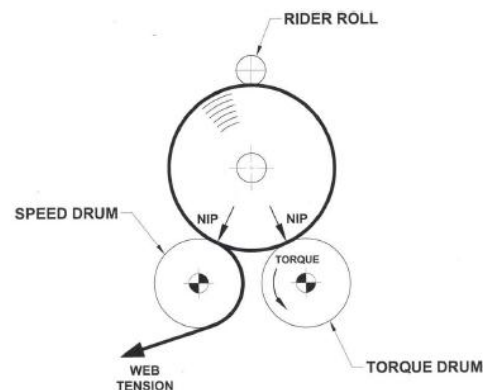
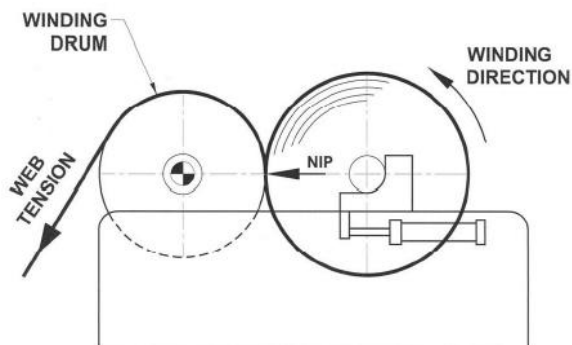


卷绕

- 张力控制
- 张力定位控制
- 质量惯性补偿
- 实时卷轴切换

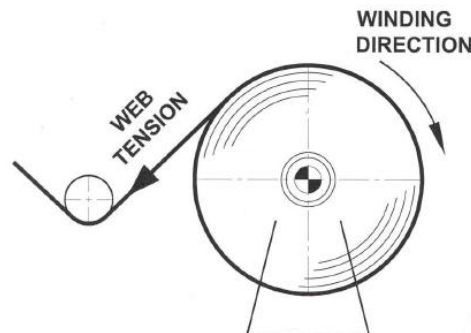
中心卷绕 vs 表面摩擦卷绕

- 表面摩擦卷绕 Surface driven
 - 不需要计算卷径，控制简单；
 - 但对卷取材料有一定的破坏作用，因此，应用场合受到一定限制。

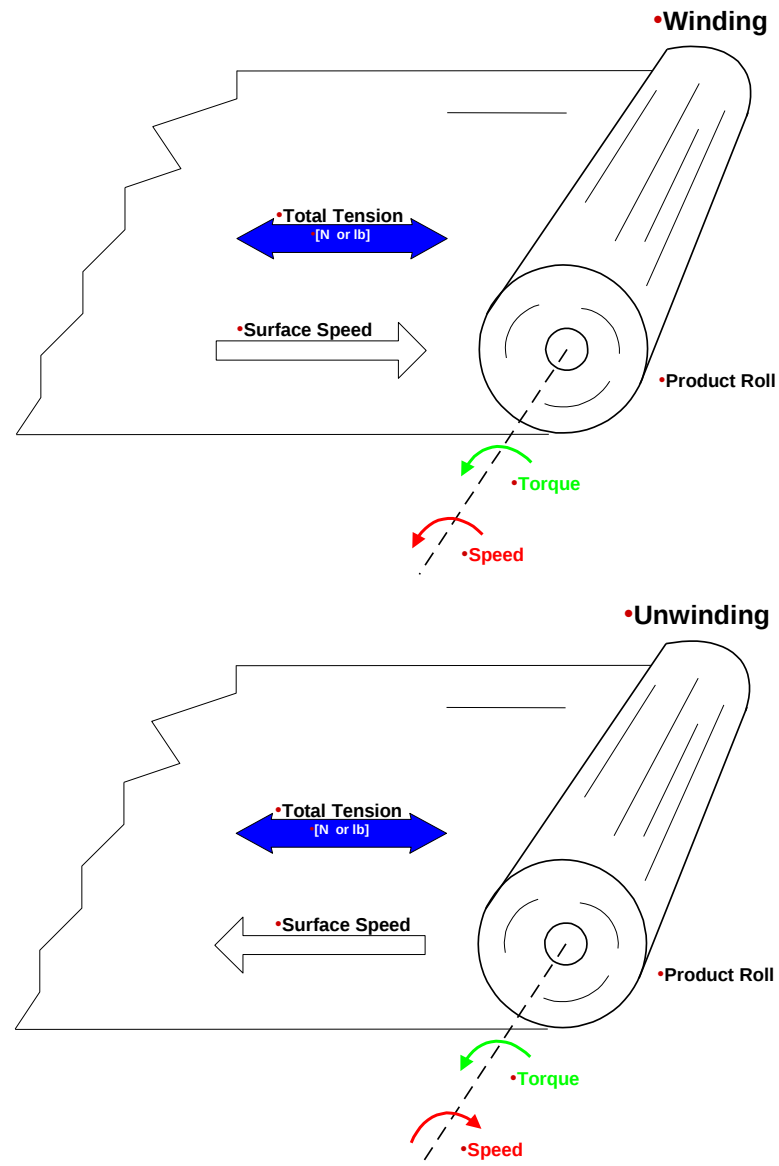


- 中心卷绕 Centre driven
 - 目前流行的卷绕控制方案；
 - 但该控制方案需要计算卷径，控制较为复杂。

线速度 = 转速 * 半径



主动收卷 vs 主动放卷（中心卷绕）



Agenda

1. 收放卷应用概述

2. 中心卷绕的典型控制策略

3. 卷径计算

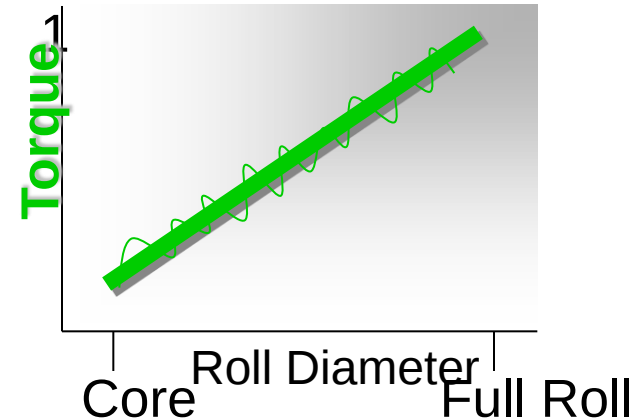
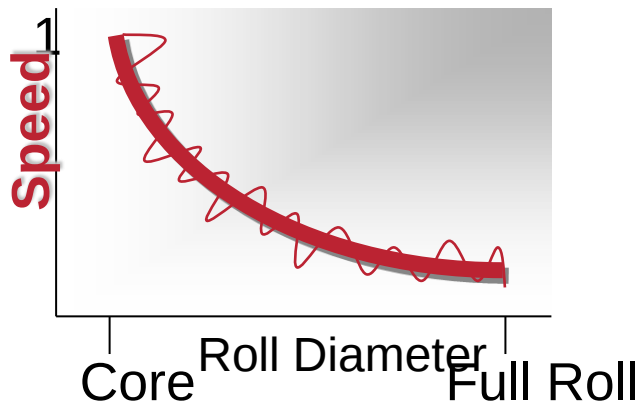
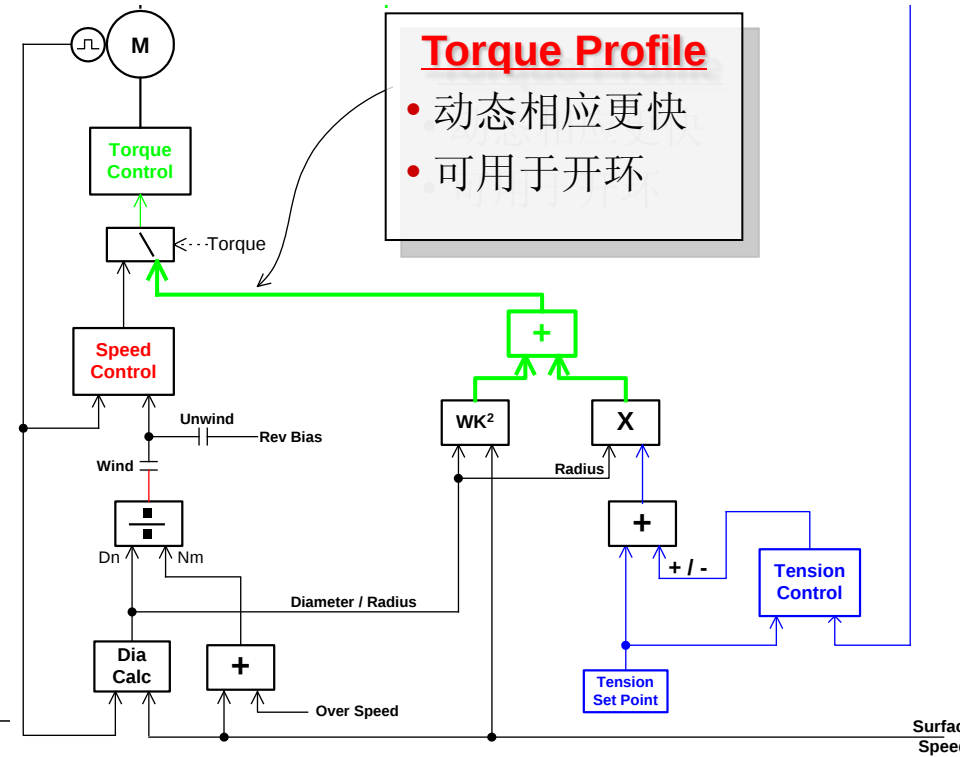
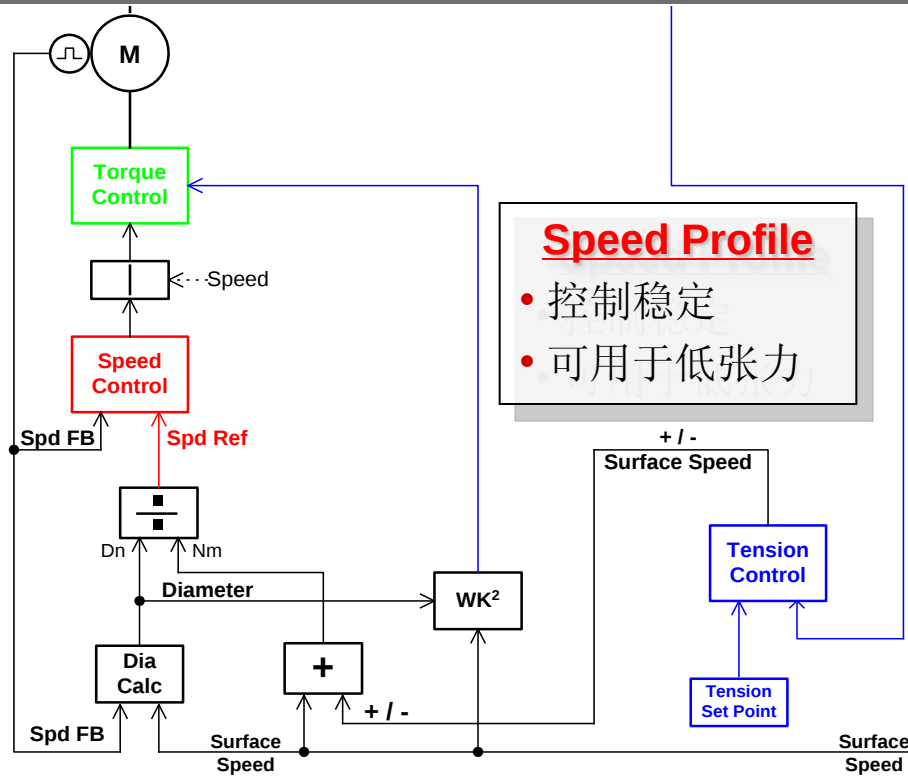
4. 罗克韦尔自动化收放卷解决方案

中心卷绕的典型控制策略

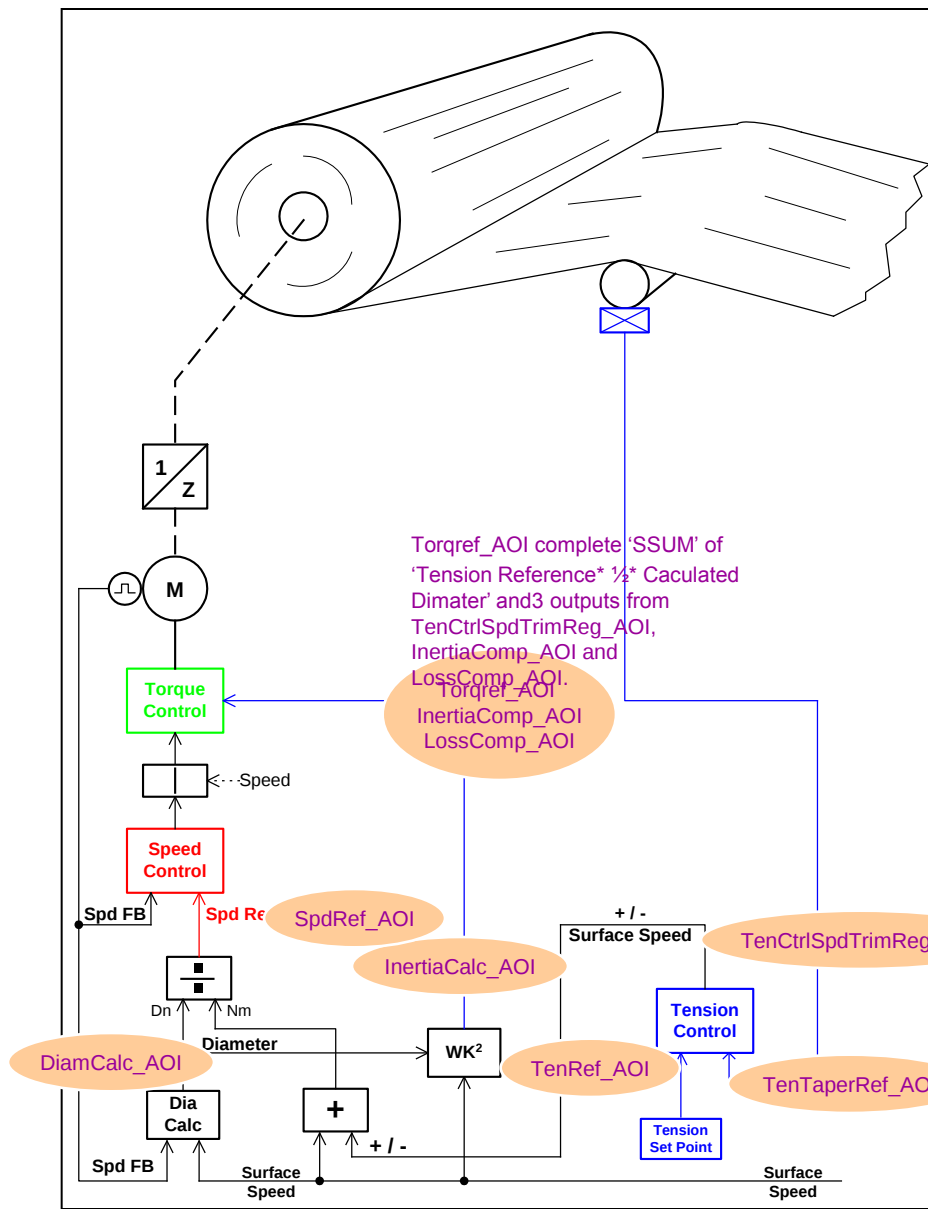
- Close Loop Direct Tension Control 闭环张力控制
 - Speed Profile (AKA: Speed Trim or speedsetpoint change) 速度调整
 - With Dancer（浮动辊） position as feedback
 - With Loadcell（张力传感器） as feedback
 - Torque Profile (AKA: Torque trim or Torque limiting) 力矩调整
 - With Dancer（浮动辊） position as feedback
 - With Loadcell（张力传感器） as feedback

Note: Overmodulation of speed loop with torque limiting. For undwind, it means – speed offset; For wind, means + speed offset.
- Open Loop 开环控制
 - Torque profile without Tension Feedback 无张力反馈力矩调整
 - Line speed Ratio Control 直接速度差控制

闭环张力控制：速度调整 vs 力矩调整



张力传感器反馈的闭环张力控制 - 速度调整



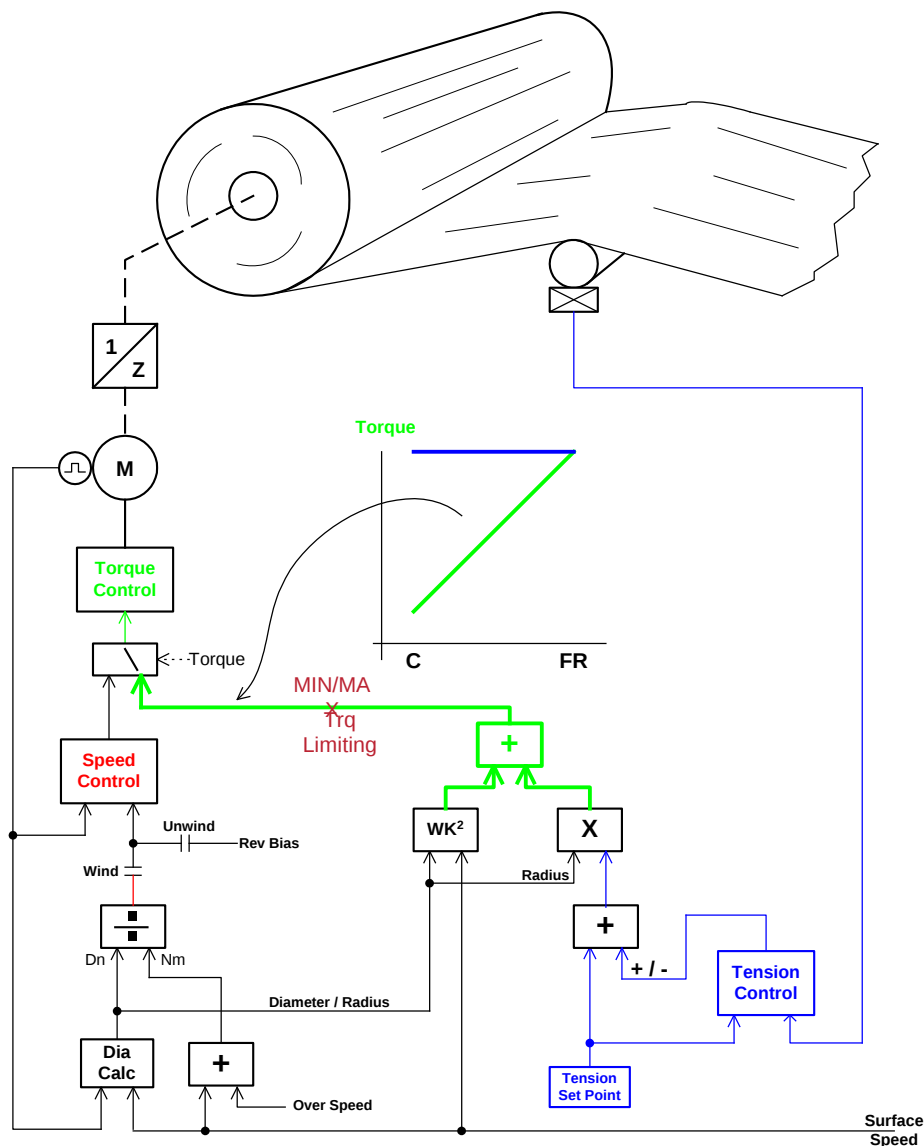
RA提供的收放卷应用AOI:

- | | |
|-------------------|------|
| – DiamCalc_AOI | 卷径 |
| – InertiaCalc_AOI | J惯 |
| – InertiaComp_AOI | 惯量补偿 |
| $Ti = dw/dt * J$ | |
| – LossComp_AOI | 损耗 |
| – SpdRef_AOI | 速度设定 |
| – TenRef_AOI | 张力设定 |
| – TrqRef_AOI | 转矩设定 |
| – TenTaperRef_AOI | 张力锥度 |

与收放卷控制模式相对应的AOI:

- TenCtrlSpdTrimReg_AOI 张力传感器/ 速度补偿
- DanCtrlSpdTrimReg_AOI 张力辊/ 速度补偿
- TenCtrlTrqTrimReg_AOI 张力传感器/ 转矩补偿

张力传感器反馈的闭环张力控制 - 力矩调整



其他相同，不同有二：

1. 选择与收放卷控制模式相对应的AOI

- TenCtrlSpdTrimReg_AOI 张力传感器/ 速度补偿

- DanCtrlSpdTrimReg_AOI 张力辊/ 速度补偿

- TenCtrlTrqTrimReg_AOI 张力传感器/ 转矩补偿

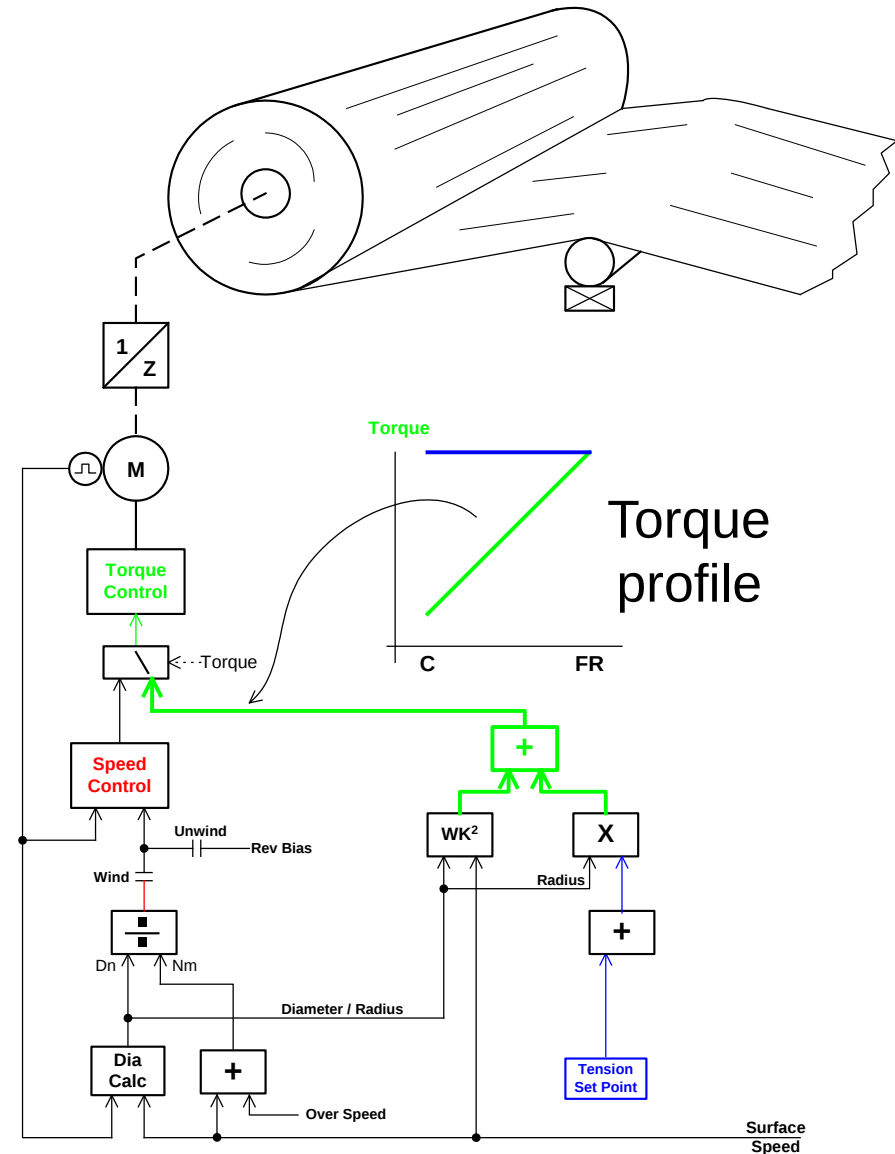
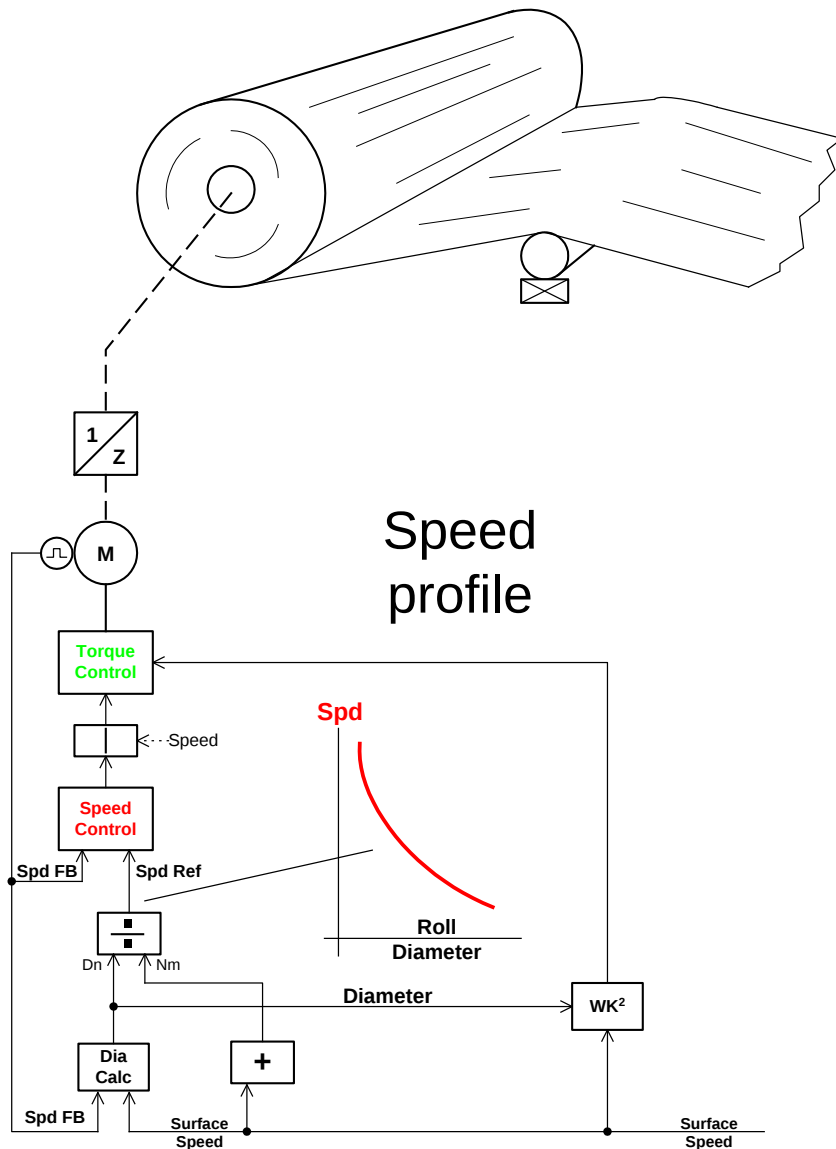
2 在变频器内部电流环回路中选择
Min/max Trq Limiting

- MIN: 在收卷时, 速度环正向饱和, 将速度环输出与Torque Reference相比取其中低值;

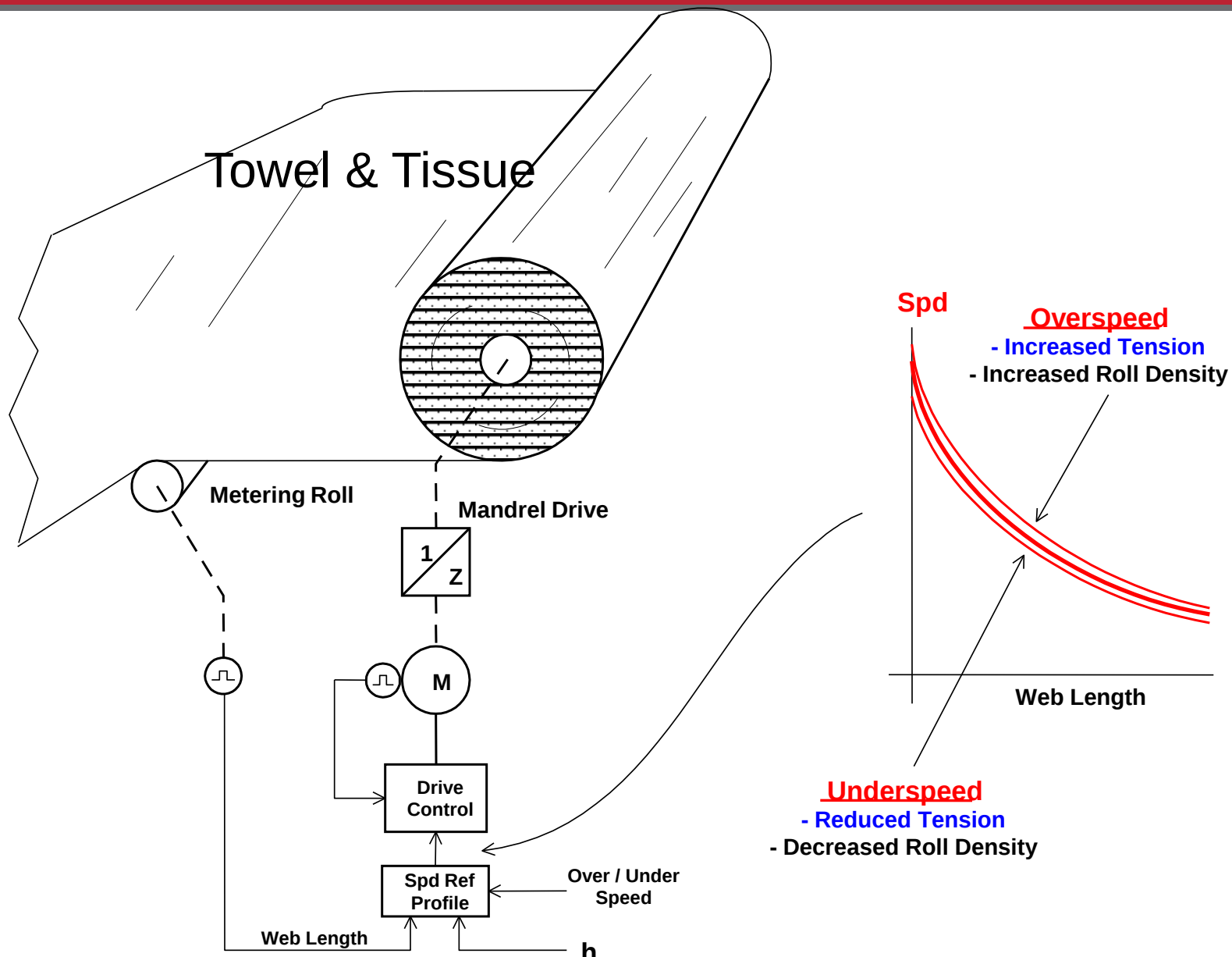
- MAX: 在放卷时, 与MIN相反;

优点: 断料时, 速度得到限制, 不会产生飞车

开环：直接速度差控制 vs 无张力反馈力矩调整



开环：直接速度差控制用于零张力收放卷



Agenda

1. 收放卷应用概述

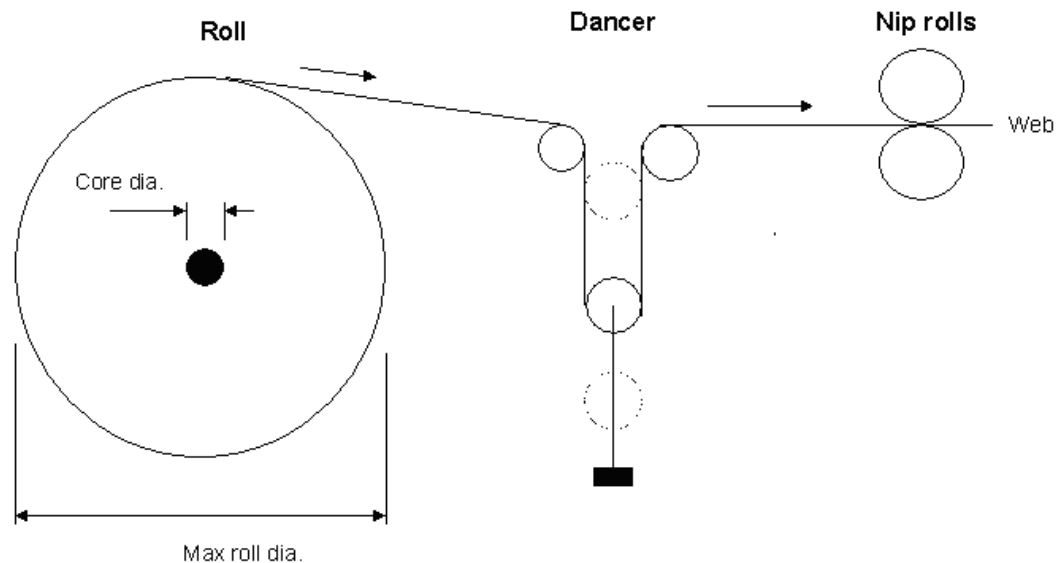
2. 中心卷绕的典型控制策略

3. 卷径计算

4. 罗克韦尔自动化收放卷解决方案

计算卷径的用途

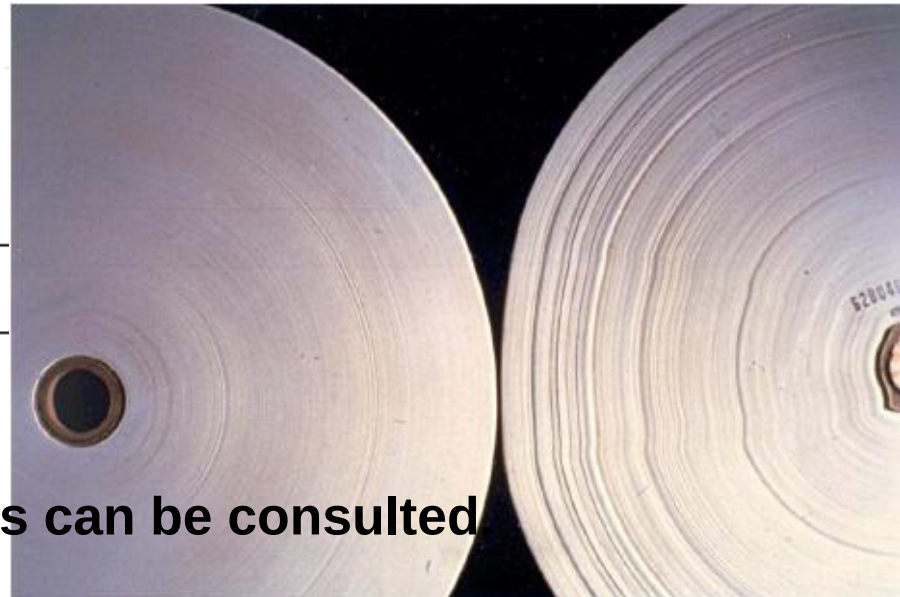
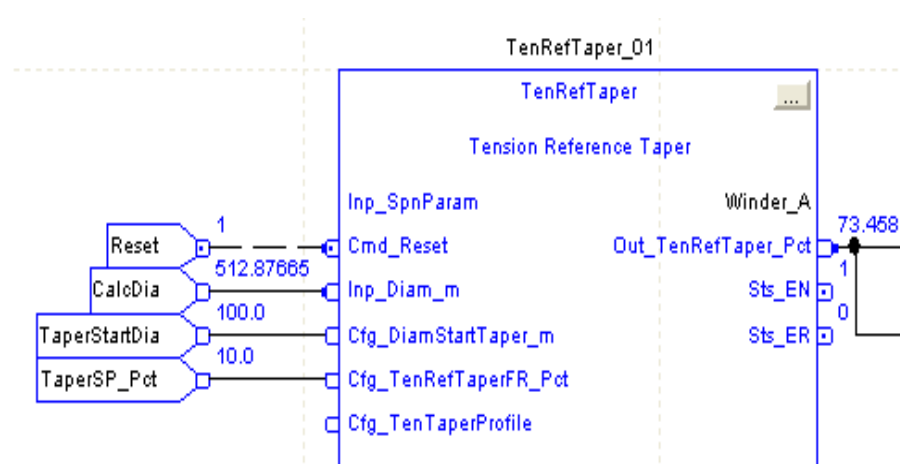
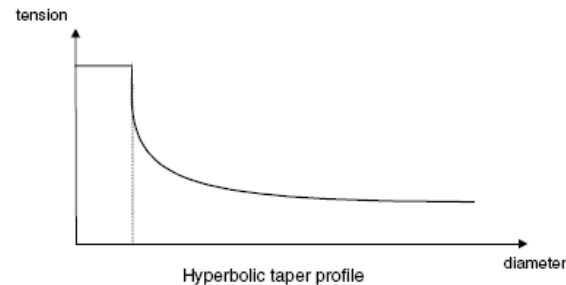
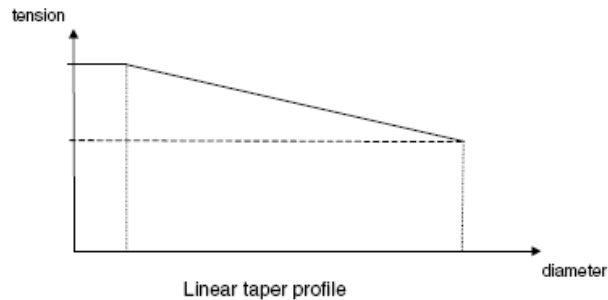
- 计算和设定电机转速以达到指定线速度
 - $\text{Motor speed} = \text{Line speed} / \text{Radius} \times \text{Gear Ratio}$ (+ correction from tension controller)
- 直接张力控制
 - $\text{Web tension} (\times \text{cross section}) = \text{Motor Torque} \times \text{Gear Ratio} \times \text{Radius}$
 - For low cost low specs winding tension control



计算卷径的用途（续）

- 张力锥度

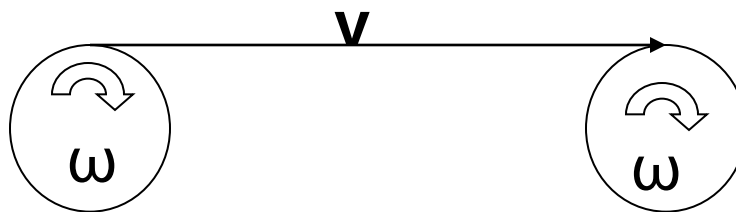
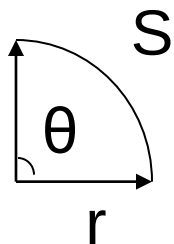
- Requirement and parameter from process engineering
- Linear, hyperbolic



- Typical values for the Profile lies can be consulted

卷径计算-- 基本公式

- 角速度与线速度之间的关系：
 - ω : Angular speed
 - V : Linear Speed
 - $\omega * r = V \rightarrow r = V / \omega \rightarrow D = 2 * r = 2 * V / \omega$
 - $\omega = 2 * \pi * n \rightarrow D = V / (n * \pi)$



卷径计算方式-- 传感器侦测

- 传感器

- 非接触式

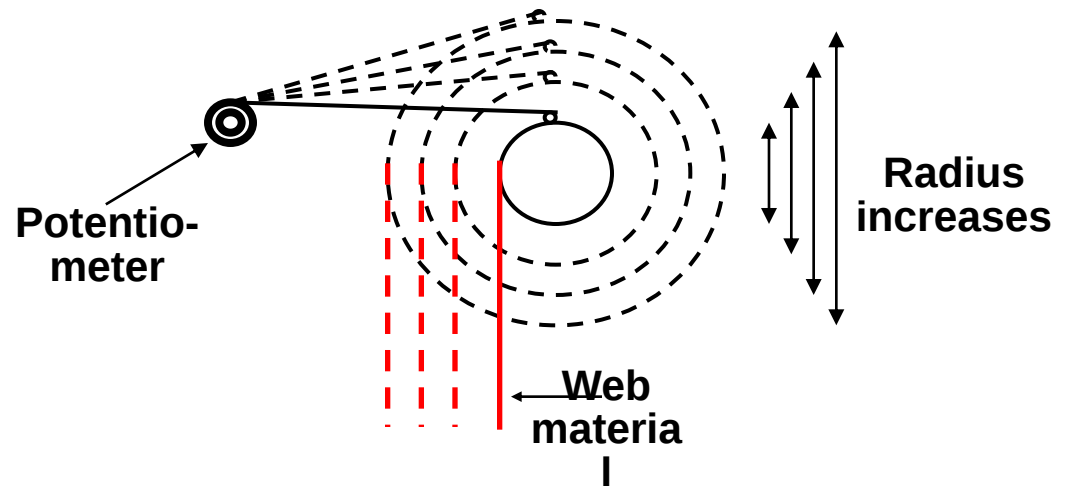
- 超声波：直接测量，易于标称和计算；
 - 激光：更高的精度，也相对更昂贵；

- 接触式

- 机械压臂电位器

- 缺点

- 成本
 - 信号滤波
 - 可靠性



卷径计算方式-- 材料厚度

- 卷径与材料厚度
 - Film thickness X accumulative revolutions X 2
- 优点 & 缺点
 - Smooth
 - Accurate only if thickness data is accurate, otherwise may cause accumulative error
 - Material inconsistency
 - Gap or air trapped in between layers

卷径计算方式-- 模拟直径

- 模拟直径
 - Principle: the total mass of unwound, rewound, and in-machine material is constant
 - If we know one diameter (either unwind or rewind), we can simulate the other by some math
- 优点 & 缺点
 - Still need to know one diameter
 - Normally used as backup or cross-checking

卷径计算方式-- 材料（位移）长度/卷绕圈数

- Typical RA approach
 - Time integral form of previous method (line speed / roll speed)
 - Measuring the length of web wound onto or unwound from the roll for a given number of roll revolution
 - Diameter = Web Length / Roll Revolutions / Pi
- Use the relationship between rotary displacement and linear displacement. What comes out of the un-winder goes into line and what comes from line goes into winder. That means the rotary displacement (S) equals to linear displacement (L).
- Rotary displacement (ΔS)
- Linear displacement (ΔL)

- $\Delta S = \Delta N * \pi * D$

Where

ΔN : revolution change (Rev)

π : 3.14159

D : Roll diameter

- $\Delta L = V * \Delta t$

Where

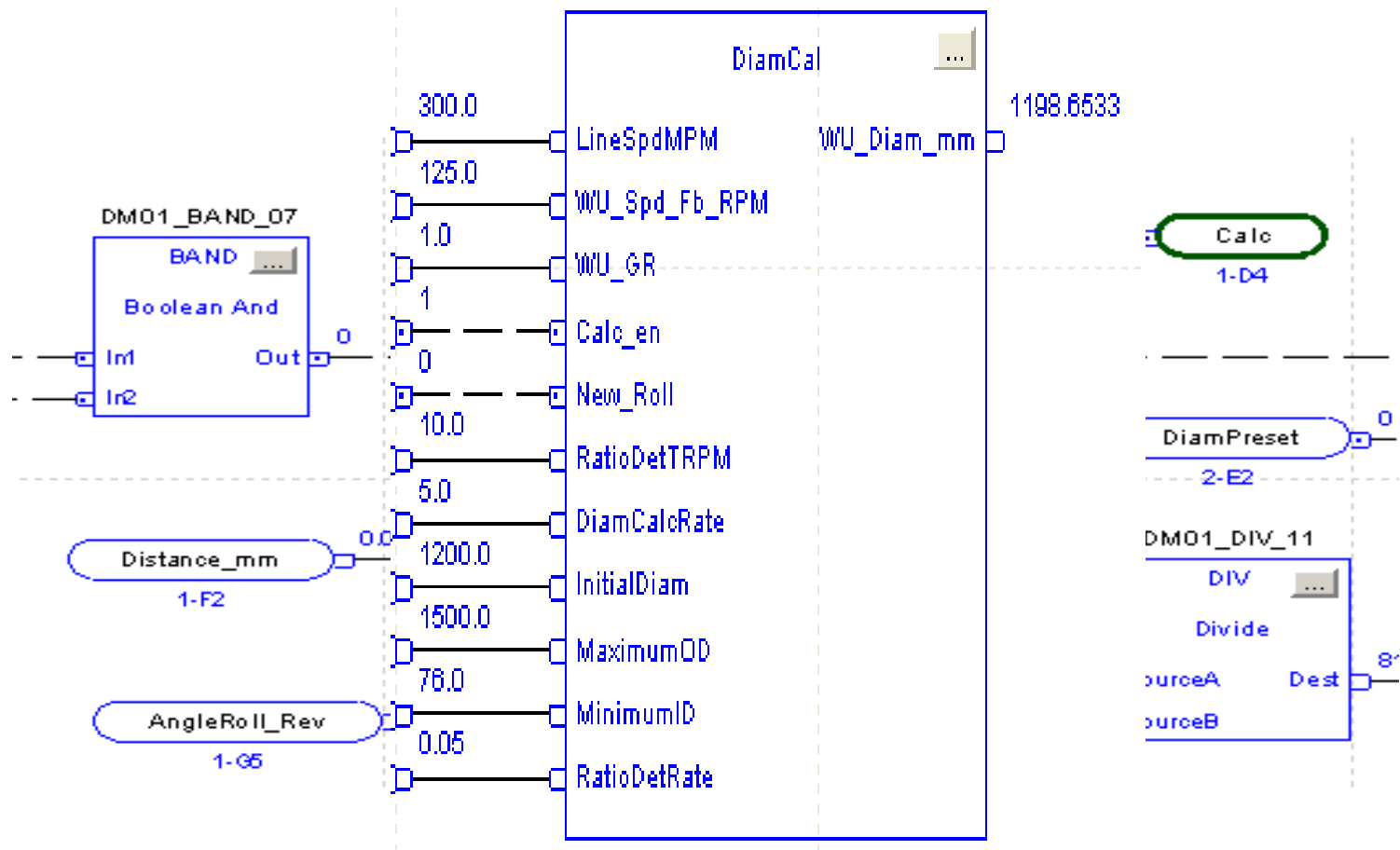
V : Linear Speed (MPM)

Δt : Time interval

$$\Delta S = \Delta L = \Delta N * \pi * D \rightarrow D = \Delta L / (\Delta N * \pi)$$

卷径计算方式-- 材料（位移）长度/卷绕圈数

- Not only calculating diameter
 - $D = \Delta L / \Delta \theta / \pi$
- But also how to adopt into the process



Agenda

1. 收放卷应用概述

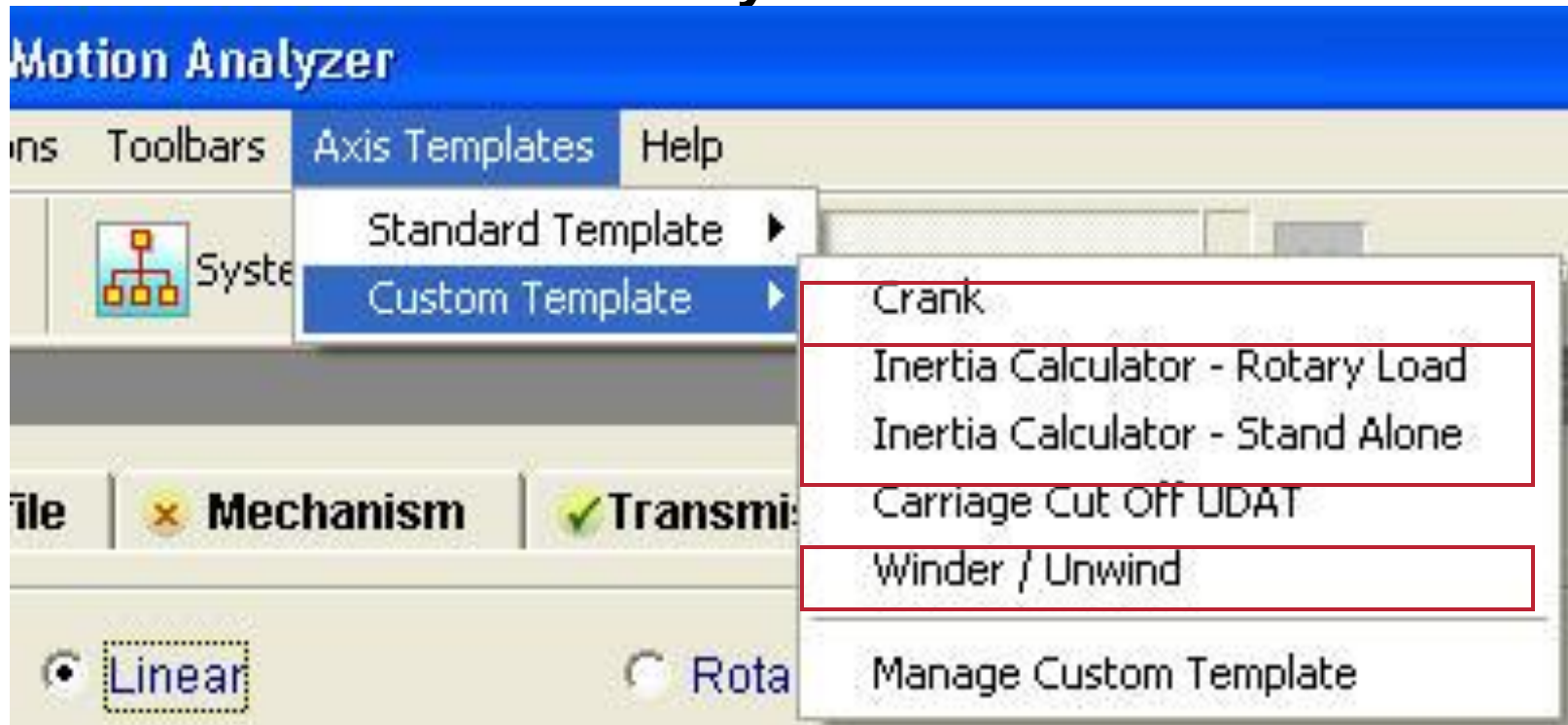
2. 中心卷绕的典型控制策略

3. 卷径计算

4. 罗克韦尔自动化收放卷解决方案

收放卷应用选型工具-- Motion Analyzer UDATs

New UDATs automatically installed with MA v4.2



User Defined Application Templates

Winder/ Unwinder Sizing

Fill in the blank format

Winder V6.33Beta C:\Documents and Settings\jbrown\Desktop\Projects\AAA_Jim\A...

File Options Help

☒ Centre driven ☐ Surface Driven

Input Data

Empty Diameter	0.36	m
Empty Inertia	27	kg.m ²
Full Diameter	0.8	m
Material Inertia	144	kg.m ²
Maximum web tension	150	N
Minimum web tension *	15	N
Maximum web speed	6.33	m/sec
Acceleration time	12	Sec
Deceleration time	9	Sec

☐ S curve

☒ Wind ☐ Unwind ☐ Profile Mirror

Information only *

Buildup Ratio	2.22	:1
Inertia Ratio	6.33	:1
Tension Ratio	10	:1
Torque Ratio	22.2	:1

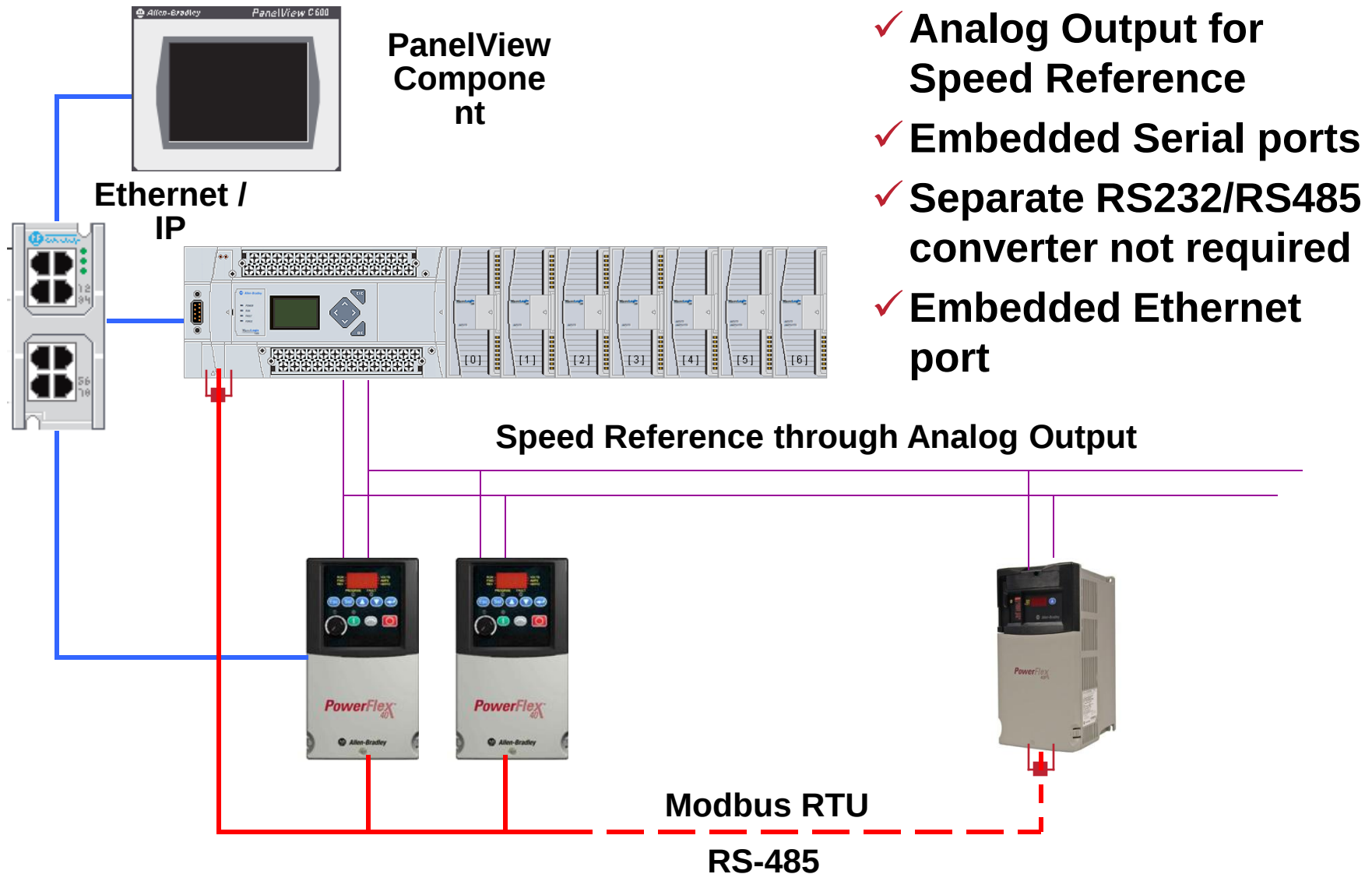
Calculate

Notes

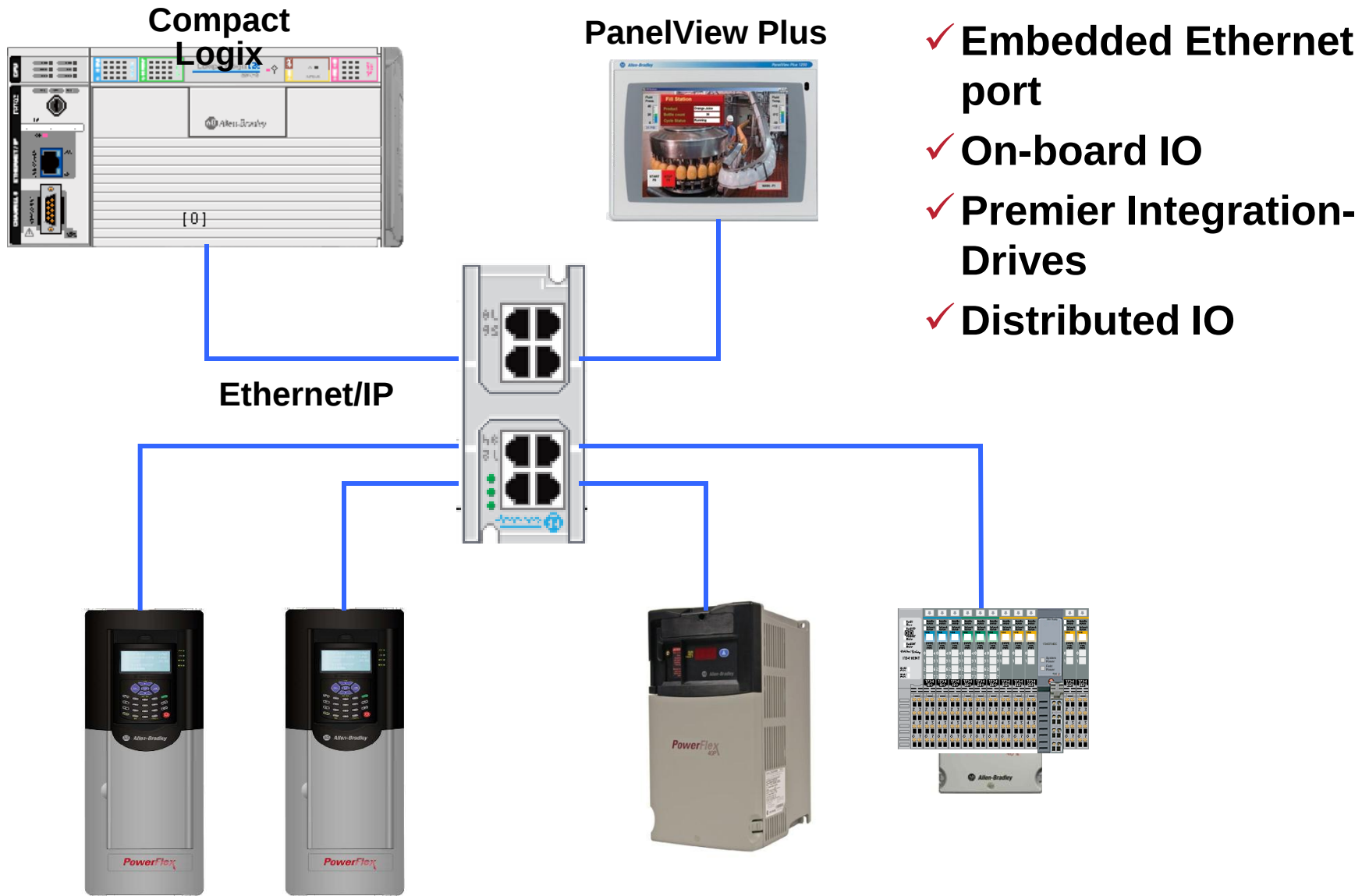
Data taken from WIND UNWIND CALCULATION.XLS

Apply Cancel

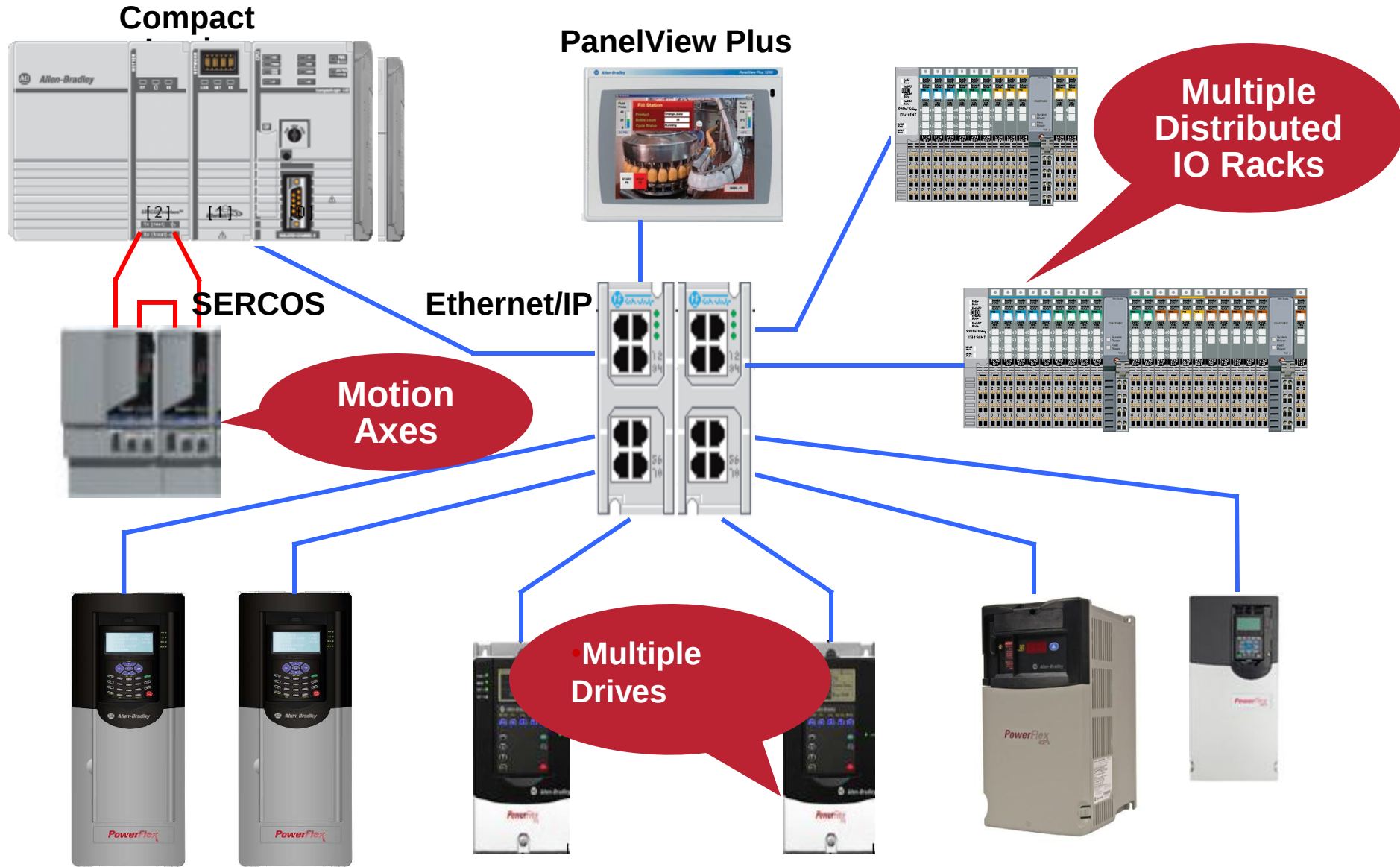
简单机器-- 经济型方案



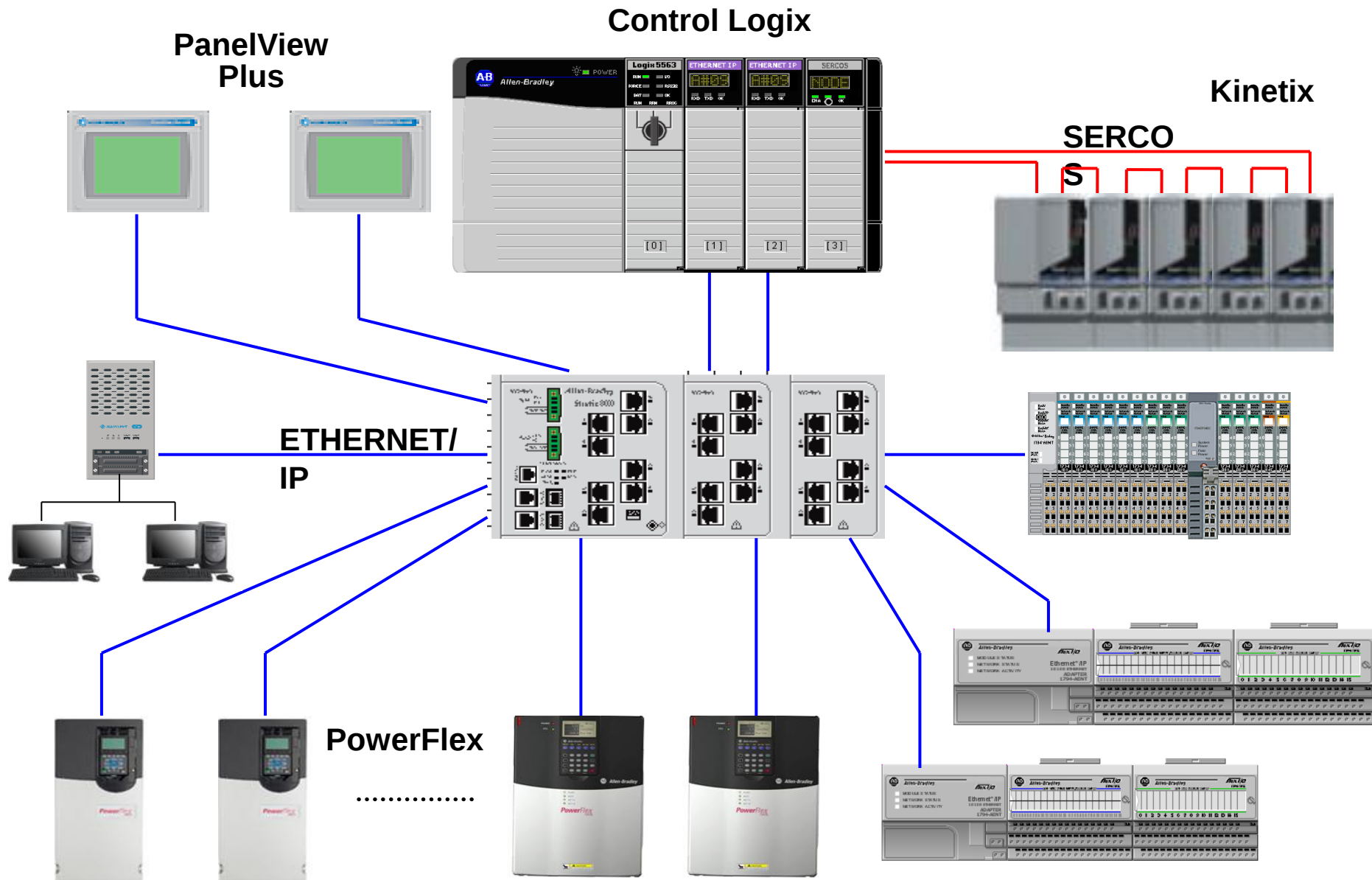
中端机器-- 性价比方案



中大型复杂应用



大型复杂生产线



LISTEN.
THINK.
SOLVE.®

Thank You

**Questions
???**