

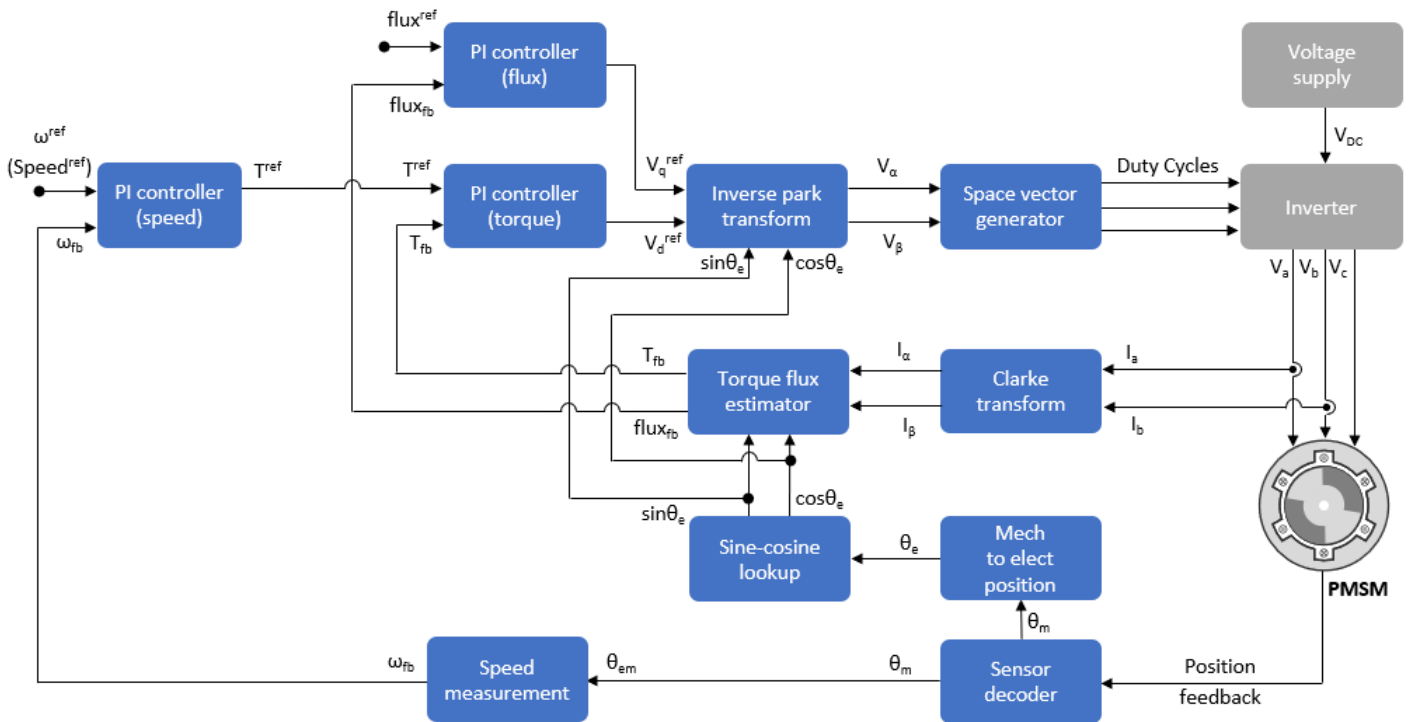
直接转矩控制 (DTC)

直接转矩控制 (DTC) 是一种矢量电机控制方法，它通过直接控制电机的磁通和转矩来实现电机转速控制。与控制 d 和 q 轴电机电流的磁场定向控制 (FOC) 不同，DTC 算法根据电机位置和电流估计转矩和磁通值。然后，它使用 PI 控制器来控制电机转矩和磁通，最终生成运行电机的最佳电压。

Motor Control Blockset™ 使用 DTC 空间矢量脉冲宽度调制 (DTC-SVPWM) 这一变化方法来控制永磁同步电机 (PMSM)。该方法使用空间矢量调制 (SVM) 来产生脉冲宽度调制 (PWM) 占空比，逆变器使用该占空比来产生运行 PMSM 的三相电压。

DTC-SVPWM 算法使用来自电机的电流反馈（在 α - β 参考系中）估计电机转矩和磁通反馈值。该算法使用电机转速反馈来计算磁通参考值。转速 PI 控制器（外部控制环的一部分）使用转速误差输入来计算转矩参考值。磁通和转矩 PI 控制器（内部控制环的一部分）使用这些磁通和转矩参考值以及磁通和转矩反馈值来计算 d 轴和 q 轴参考电压。该算法使用 PWM Reference Generator 模块基于这些基准电压生成 PWM 占空比（使用 SVM）。

您可以使用基于传感器的方法或无传感器的方法来确定当前转子位置。



磁通和转矩估计

Motor Control Blockset 使用的 DTC-SVPWM 算法使用下列瞬变机器模型方程来估计 PMSM 的磁通和转矩。

以下方程描述基于 α - β 参考系中的电流和转子位置的磁通估计：

$$\psi_{\alpha} = L_s \cdot i_{\alpha} + \psi_{PM} \cdot \cos \theta$$

$$\psi_{\beta} = L_s \cdot i_{\beta} + \psi_{PM} \cdot \sin \theta$$

$$\psi = \sqrt{\psi_{\alpha}^2 + \psi_{\beta}^2}$$

以下方程描述磁通的标么 (PU) 计算：

$$\psi_{\alpha}^{pu} = (\omega_{base} \cdot L_s^{pu} \cdot i_{\alpha}^{pu}) + (\psi_{PM}^{pu} \cdot \cos \theta)$$

$$\psi_{\beta}^{pu} = (\omega_{base} \cdot L_s^{pu} \cdot i_{\beta}^{pu}) + (\psi_{PM}^{pu} \cdot \sin \theta)$$

$$\psi^{pu} = \sqrt{(\psi_{\alpha}^{pu})^2 + (\psi_{\beta}^{pu})^2}$$

$$\omega_{base} = 2 \cdot \pi \cdot f_{base}$$

以下方程描述基于 α - β 参考系中电流的转矩估算：

$$T = \frac{3}{2} \cdot p \cdot (\psi_{\alpha}^{pu} i_{\beta}^{pu} - \psi_{\beta}^{pu} i_{\alpha}^{pu})$$

以下方程描述转矩的标么 (PU) 计算：

$$T^{pu} = \frac{1}{\psi_{PM}^{pu}} \cdot (\psi_{\alpha}^{pu,pu} i_{\beta}^{pu} - \psi_{\beta}^{pu,pu} i_{\alpha}^{pu})$$

其中:

- ψ 是 PMSM 的转子磁通 (以韦伯为单位)。
- ψ^{pu} 是 ψ 的标么版本 (以韦伯为单位)。
- ψ_{α} 是 α - β 参考系的 α 轴上的转子磁通 (以韦伯为单位)。
- ψ_{α}^{pu} 是 ψ_{α} 的标么版本 (以韦伯为单位)。
- ψ_{β} 是 α - β 参考系的 β 轴上的转子磁通 (以韦伯为单位)。
- ψ_{β}^{pu} 是 ψ_{β} 的标么版本 (以韦伯为单位)。
- ψ_{PM} 是永磁磁链的 PMSM (以韦伯为单位)。
- ψ_{PM}^{pu} 是 ψ_{PM} 的标么版本 (以韦伯为单位)。
- L_s 是 PMSM 的定子电感 (以亨为单位)。
- L_s^{pu} 是 L_s 的标么版本 (以亨为单位)。
- i_{α} 是 α - β 参考系的 α 轴上的电机电流 (以安培为单位)。
- i_{α}^{pu} 是 i_{α} 的标么版本 (以安培为单位)。
- i_{β} 是 α - β 参考系的 β 轴上的电机电流 (以安培为单位)。
- i_{β}^{pu} 是 i_{β} 的标么版本 (以安培为单位)。
- θ 是转子位置 (由传感器捕获或由无传感器位置估计确定) (以弧度为单位)。
- ω_{base} 是电机的机械基转速 (弧度/秒)。
- f_{base} 是电机的机械频率 (以赫兹为单位)。
- T 是转子转矩 (以 Nm 为单位)。
- T^{pu} 是 T 的标么版本 (以 Nm 为单位)。
- p 是电机的极对数。