

Nima Eskandari and Marlyn Rosales

摘要

利用 C2000™ 电机控制 SysConfig 工具，可在 C2000 软件工程中轻松实现电机控制功能。该工具支持通用电机控制实验 (UMCL) 以及所有支持的电机控制库。该工具基于 C2000 SysConfig 工具，因此还提供了器件资源。本应用报告重点介绍了 UMCL，包括其功能和特性，同时展示了电机控制 SysConfig 工具。所提供的内容基于 F28002x 器件、电机控制 SDK 4.02 版和 Code Composer Studio™ (CCS) 12.2 版。

内容

1 引言.....	2
2 工程导入.....	3
3 主要设置.....	4
4 电机设置.....	6
5 器件资源.....	9
6 生成的代码.....	10
7 总结.....	11
8 参考文献.....	11

插图清单

图 1-1. 电机控制 SysConfig 工具.....	2
图 2-1. CCS 内的 UMCL 工程导入.....	3
图 2-2. UMCL 工程结构.....	3
图 3-1. 构建级别.....	4
图 3-2. 演示模式与自定义模式.....	4
图 3-3. 电机驱动评估板选择.....	5
图 3-4. 调试特性.....	5
图 3-5. 命令接口.....	5
图 4-1. 控制算法.....	6
图 4-2. 电机选择.....	6
图 4-3. 电机功能.....	6
图 4-4. 用户定义.....	7
图 4-5. 计算得出的值.....	7
图 4-6. 量身定制的设置.....	8
图 5-1. 器件资源.....	9
图 6-1. 生成的文件.....	10
图 6-2. 参考文件.....	11

商标

C2000™ and Code Composer Studio™ are trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

电机控制 SysConfig 工具有很多优势：

- **一键添加库：**添加库时，也会添加所需的头文件、源文件和库文件以及所需的任何预定义。
- **器件资源管理：**该工具提供了一个出色的图形界面，其中会显示已使用的资源以及器件还有多少资源。这特定于所使用的器件及其引脚数。
- **SysConfig 的所有优势：**有关 SysConfig 优势的完整列表，请参阅 [利用 SysConfig 并借助 C2000 实时 MCU 加速开发](#)。

特别是对于 UMCL，代码量更小。生成的代码基于用户设置，因此如果未使用控制算法或不需要库，该工具不会在工程中包含内容/文件，从而有效地减小代码大小。此外，需要更改的所有设置都包含在一个视图中，而不必浏览多个文件来更改设置。

图 1-1 展示了添加 UMCL 后电机控制 SysConfig 工具的布局。左侧是所有电机控制库和系统资源。使用的库和/或资源会在名称旁边显示一个绿色的勾号标记以及使用的数量。中间窗格包含 UMCL 的所有主要、电机和器件设置。右侧是所有生成的文件、参考文件和器件引脚视图。本应用手册的其余部分分别介绍了每个部分。

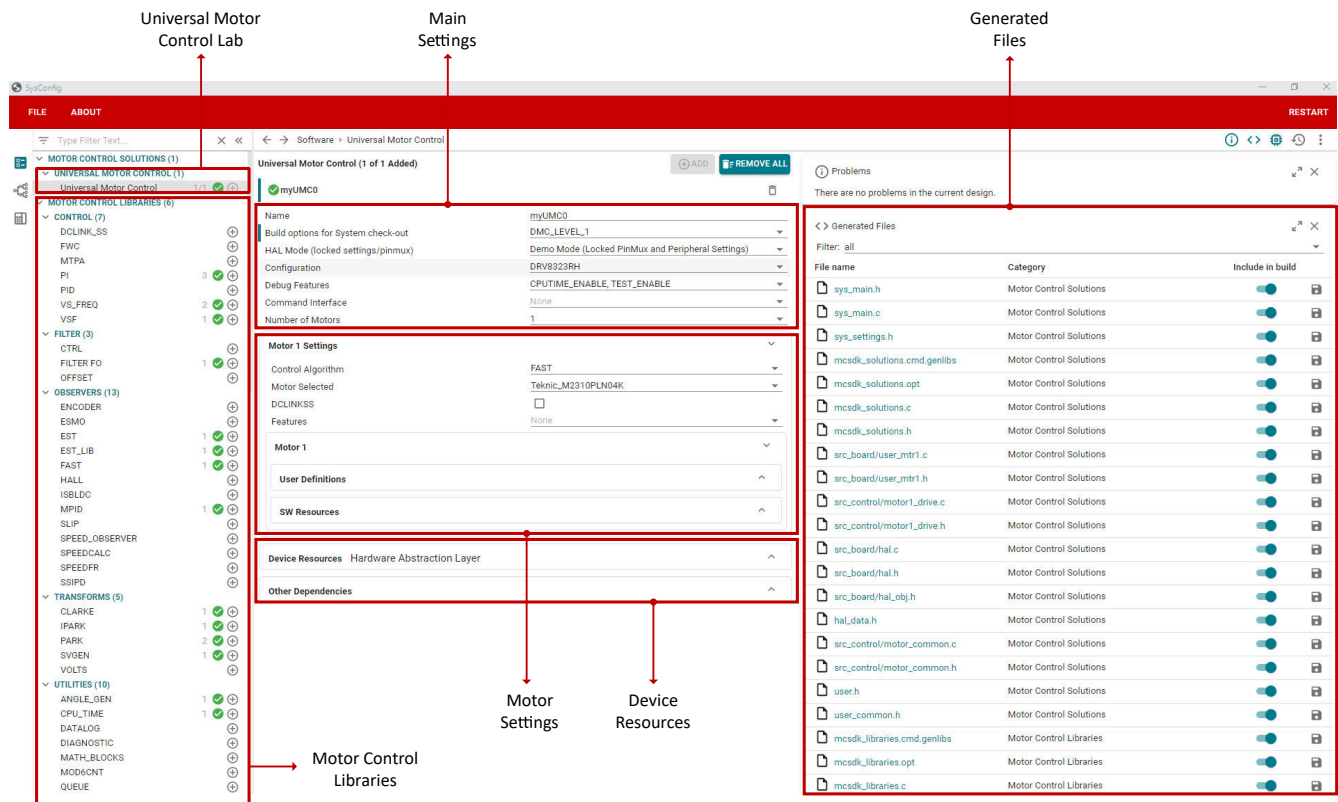


图 1-1. 电机控制 SysConfig 工具

要使用 UMCL 实验室，需要 LaunchPad、BoosterPack 和电机。按照以下文档中的说明来正确设置硬件：[Motor Control SDK 通用工程和实验](#)。

备注

本实验的初始发行版中可能仅支持部分功能。有关提供的支持功能，请参阅 MCSDK 中的示例。

2 工程导入

通过转到 *Project -> Import->* <工程路径 - 如下图所示> 并点击相应的工程，可以将 UMCL 工程导入 CCS。

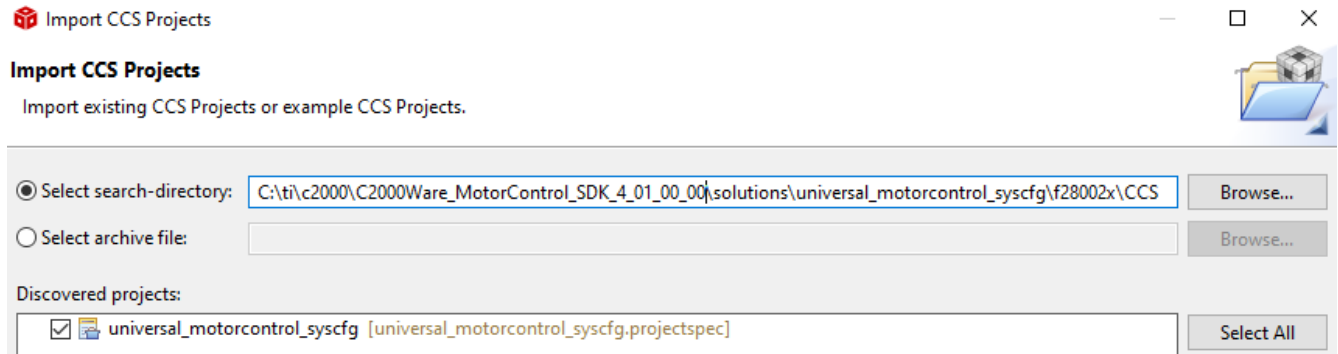


图 2-1. CCS 内的 UMCL 工程导入

导入工程后，双击“c2000.syscfg”文件，打开电机控制 SysConfig 工具。默认情况下会添加一个通用电机控制实验实例。编译工程 (*Project -> Build Project*) 后，Generated Source 文件夹将包含该工具生成的所有文件。引用的文件将位于“Referenced Source”文件夹中。

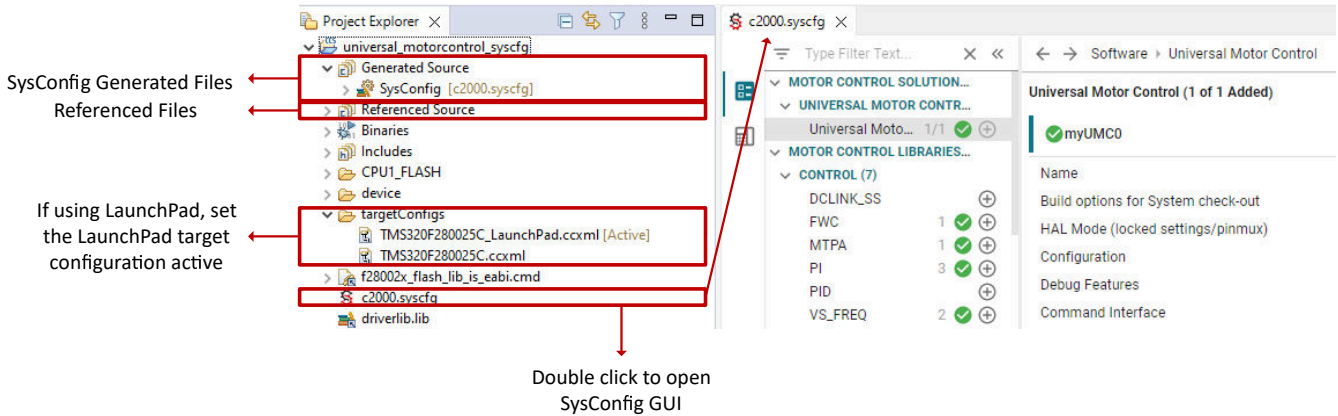


图 2-2. UMCL 工程结构

要运行工程，请点击 CCS 内的“Debug”按钮。要设置监视表达式变量，请使用 [Motor Control SDK 通用工程和实验用户指南](#)中概述的说明。

3 主要设置

UMCL 的所有常规设置都位于电机控制 SysConfig 工具的中央窗格中。第一个设置是**构建级别**。构建级别从一级到四级，每个级别都会为工程添加更多功能。有关每个构建级别的完整说明，请参阅 [Motor Control SDK 通用工程和实验用户指南](#)。

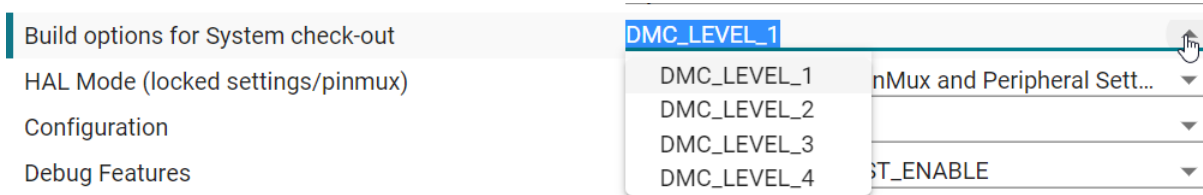


图 3-1. 构建级别

下一个设置是针对 **HAL 模式**。这里有两个设置：“Demo”和“Custom”。在“Demo”视图中，所有器件资源都被锁定。此模式旨在用于评估目的。此模式下的所有配置均经过测试。“Custom”模式会解锁所有器件资源。在此模式下，可以更改外设或器件资源的设置，以便满足特定的硬件/应用需求。

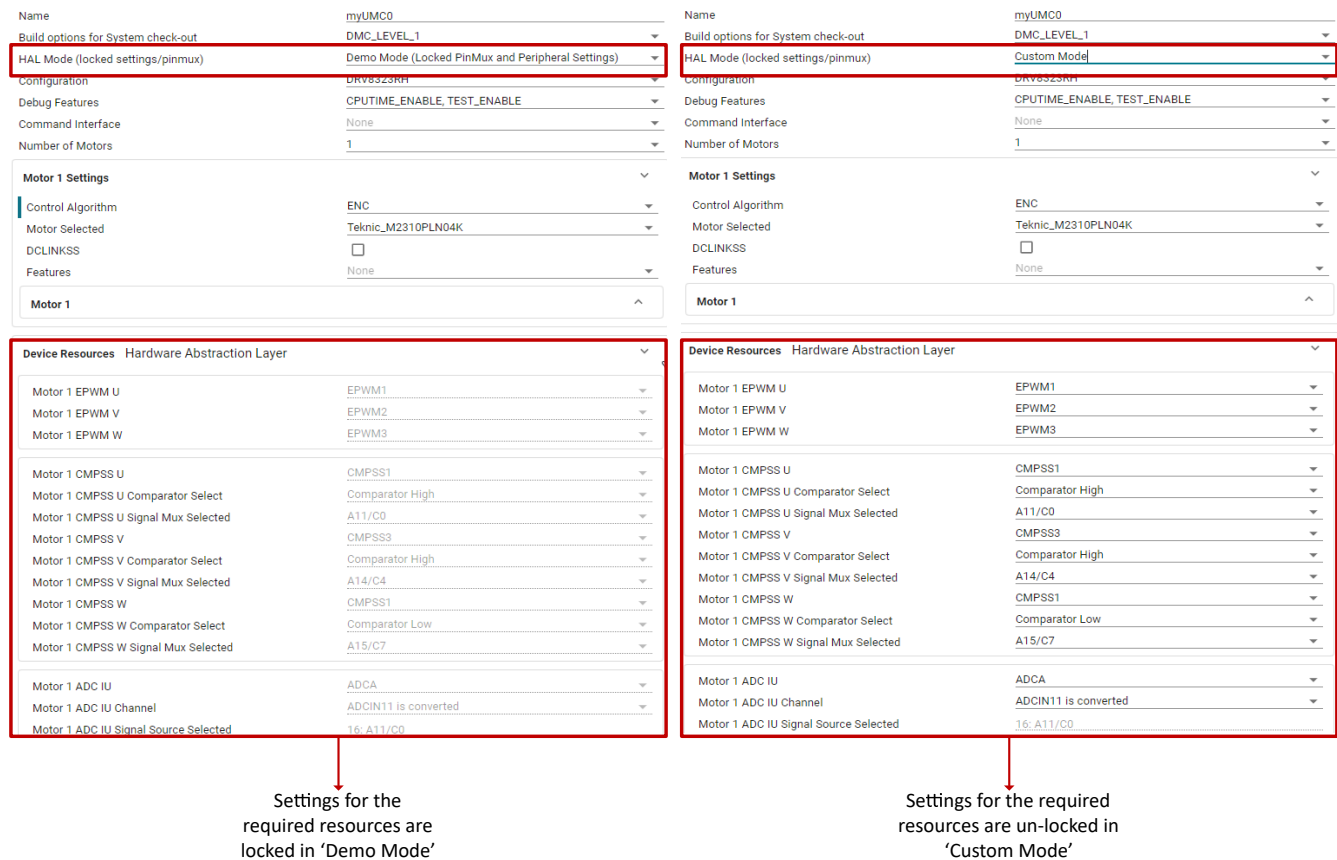


图 3-2. 演示模式与自定义模式

有多个电机驱动评估板可用于 UMCL。配置选项允许选择评估板。如果选择的电路板与实验的其他设置相冲突，则该工具会提供错误/警告。

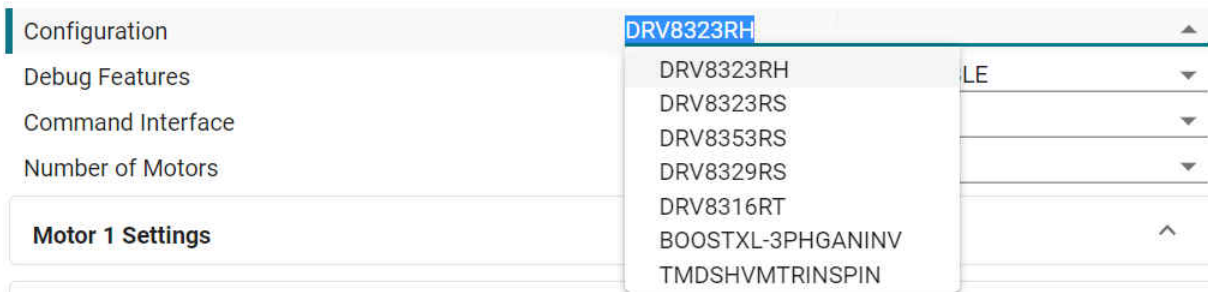


图 3-3. 电机驱动评估板选择

接下来是调试功能。作为另一种调试方法，在选中后，这些功能将在工程内检查不同的参数和设置。基于电机驱动评估板的不适用选项将被禁用。如果在添加调试功能时需要所需的库或支持文件，该工具会自动将其添加到工程中。

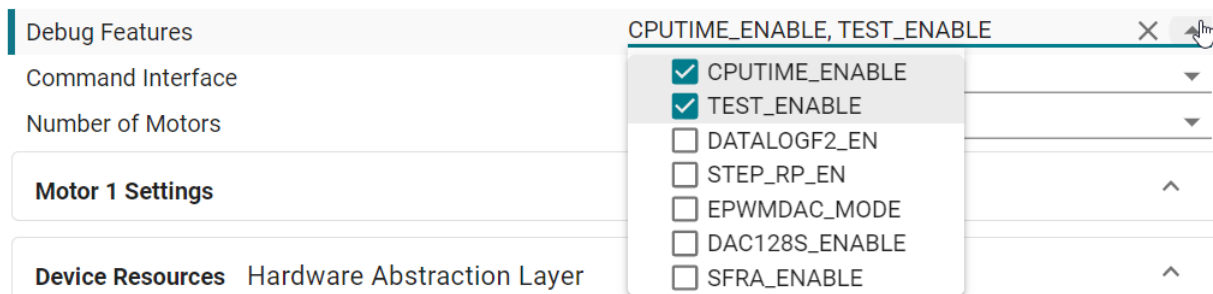


图 3-4. 调试特性

有多个命令接口，可用于更改电机的参考速度或启动/停止电机。命令接口设置中列出了这些选项。与调试功能类似，如果添加了一个命令接口并且需要支持库或资源，该工具会自动添加这些库或资源。

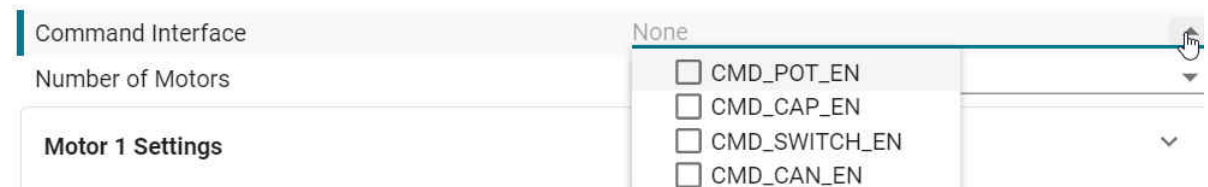


图 3-5. 命令接口

最后，还可以根据应用需求选择电机数量。请注意，由于器件资源，电机数量可能会受到限制，尤其是在引脚数较少的器件上。

4 电机设置

UMCL 的主要设置正下方是特定于电机的设置。第一个选项是选择**控制算法**。有多种控制算法，其中一些可以与其他算法结合使用。如果不支持某个选项，该工具会抛出描述错误配置的错误或警告。

Motor 1 Settings

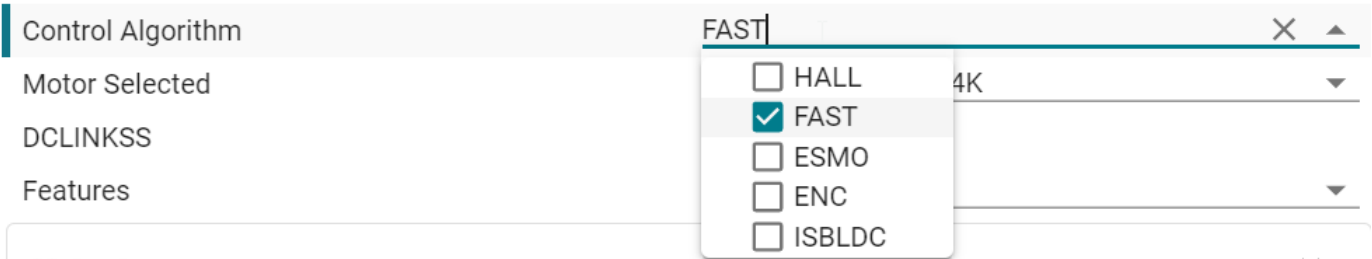


图 4-1. 控制算法

下一步是**选择电机**。本实验仅支持少数几个电机。该工具已经包含所提供的每个电机选项的默认参数，并将参数锁定到位。如果需要自定义电机，请选择“Custom”选项。此选项会解锁电机参数。参数可以根据自定义电机的标准进行更改。

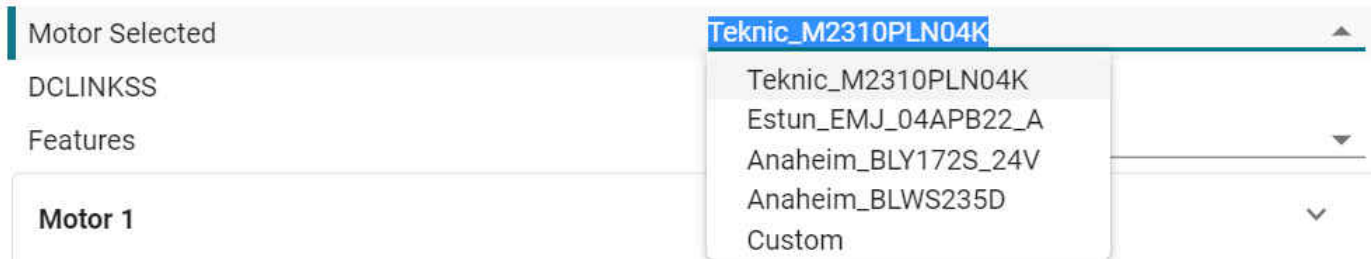


图 4-2. 电机选择

受支持的**电机功能**有多个。这些功能中的每一个都会增强电机控制的性能。要测试不同的功能，请选择所需的功能。

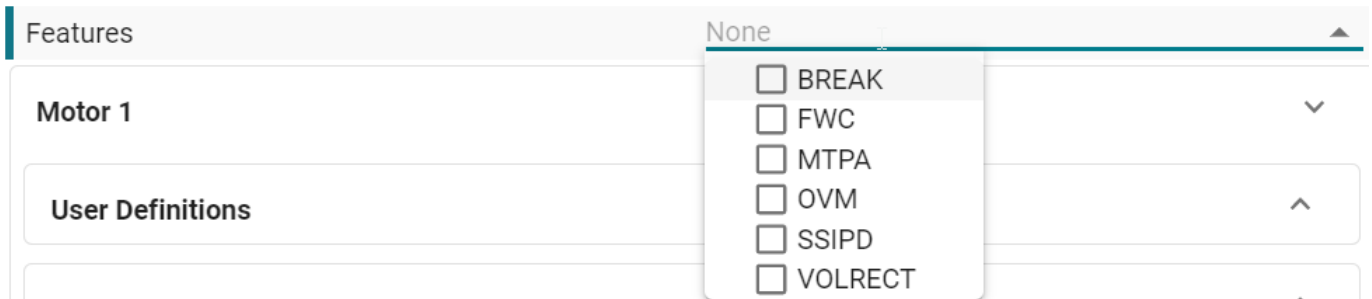


图 4-3. 电机功能

用户定义会组合在一起。这些是各种设置，可以进行更改并可对控制环路的多个部分以及实验的功能进行控制。一些分组设置包括“Offset Parameters”、“Fault Protection Parameters”和“Timing Parameter”。

Offset Parameters	
Fault Protection Parameters	
Timing Parameters	
Motor Specs	
Type	MOTOR_TYPE_PM
Number of Pole Pairs	4
Rr [Ohm]	0
Rs [Ohm]	0.393955578
Ls d [H]	0.000190442806
Ls q [H]	0.000190442806
Rated Flux [VpHz]	0.0399353318
RES EST Current [A]	1.5
IND EST Current [A]	-1

图 4-4. 用户定义

根据输入到工具中的设置，工具会自动计算需要计算的特定设置。这也包括任何单位转换。

Motor 1	
User Definitions	
DC Nominal Bus Voltage [V]	48
Number of Current Sensors	3
Number of Voltage Sensors	3
Voltage Filter Pole [Hz]	680.4839
Voltage Filter Pole [RPS]	4275.6064
Max Negative ID REF Current [A]	-2
Direct Voltage Scale Factor	0.95
Max Vs Mag [PU]	0.576
Vs Ref Mag [PU]	0.528
ADC Maximum Input Voltage [V]	3.3
Voltage Sample Resistor [kohm]	4.99
Voltage Divide Resistor 1 [kohm]	82
Voltage Divide Resistor 2 [kohm]	0
Voltage Divide Resistor 3 [kohm]	0
ADC Full Scale Voltage [V]	57.5285
Current Sample Resistor [kohm]	0.007

Calculated Values Based on User Inputs

图 4-5. 计算得出的值

显示的设置也会根据所选的控制算法和电机进行更改。这将可配置选项的数量减少为仅与应用的特定设置相关的选项。

Speed Force [Hz]	30
Acceleration Start [Hzps]	10
Acceleration Max [Hzps]	20
Speed FS [Hz]	3
Encoder Position Max	3999
Encoder Position Offset	668
Rs Online Wait Time [sec]	300
Rs Online Work Time [sec]	120

Motor specifications hide/show
depending on the Control
Algorithm chosen

图 4-6. 量身定制的设置

5 器件资源

器件资源部分包含 UMCL 所需的所有器件资源。此外，左侧的面板还可以显示使用的资源。点击任何器件资源后，都会显示配置的参数。只需点击所需资源旁边的“+”图标，即可添加更多器件资源。这样就可以轻松集成更多功能。

The screenshot displays the SysConfig interface for Motor 1. On the left, a list of system resources is shown, categorized into SYSTEM (18), ANALOG (4), and CONTROL (5). Each resource has a status indicator (green checkmark) and a plus icon. On the right, the Motor 1 configuration panel is visible, showing parameters like Control Algorithm (ENC), Motor Selected (Teknic_M2310PLN04K), and Features (None). Below this, the Device Resources view is expanded, showing a Hardware Abstraction Layer and a list of other dependencies for Motor 1, including EPWM U, V, and W, and various GPIO resources for gate enable, mode, gain, and CAL.

System resources utilized based upon user settings

Device Resources view shows allocated resources

图 5-1. 器件资源

6 生成的代码

使用 SysConfig 的主要优势之一是自动生成的代码。该工具的右侧显示了 SysConfig 根据所选设置生成的所有文件。在该工具中更改设置时，修改的文件会更改图标以表示进行了修改。这提供了一种简单的方法来识别为特定功能修改了哪些文件。如果您不想使用一个或所有生成的文件，请切换“Include in build”开关，以便将生成的文件从编译中删除。

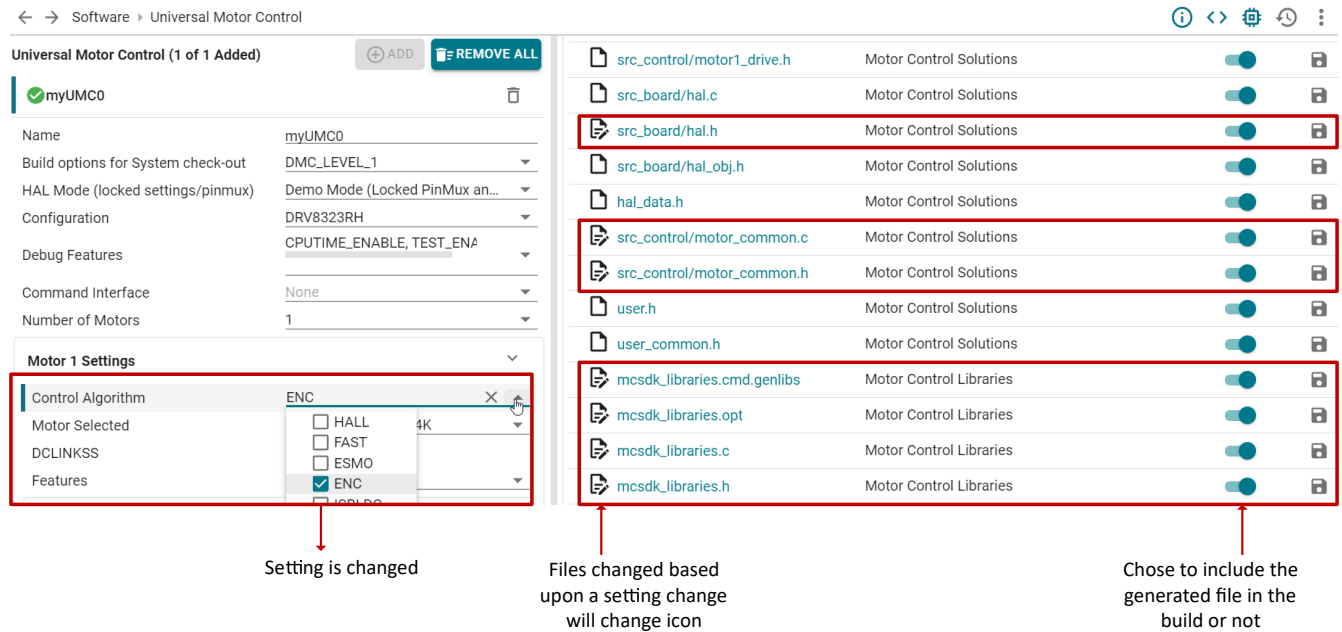


图 6-1. 生成的文件

SysConfig 生成的“.genlibs”文件包含工程所需的任何“.lib”文件的所有路径。编译工程时会自动拉取这些文件，以便保持库的正确链接和使用。下面是一个示例条目，该条目位于电机控制 SDK 库文件 (mcsdk_libraries.cmd.genlibs) 的“.genlibs”文件中。

```
-l"/libraries/observers/est_lib/lib/fast_full_lib.lib"
```

“.opt”文件包括任何必要头文件的所有路径。这些文件的内容都是根据添加的电机控制库自动生成的。下面是一个示例条目，该条目位于电机控制 SDK 库文件 (mcsdk_libraries.opt) 的“.opt”文件中。

```
-I"C:/ti/c2000/C2000Ware_MotorControl_SDK_4_01_00_00/libraries/control/pi/include"
```

最后，使用的任何参考文件都会显示在“Reference File”窗格中。这些参考文件是根据所选设置添加到工程中的。下图显示了添加“fwc”电机功能时工程中添加了“fwc.c”文件。

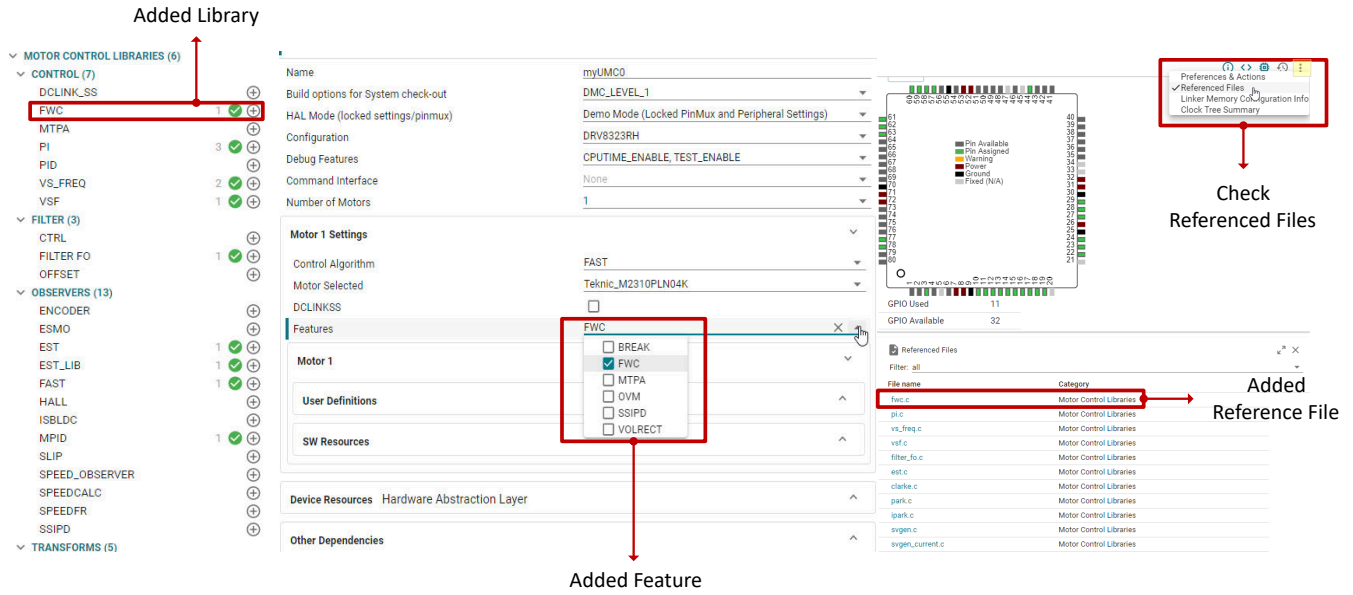


图 6-2. 参考文件

7 总结

本文档概述了电机控制 SysConfig 工具的不同组件，尤其是 UMCL。通过使用 SysConfig，大大降低了添加库、修改参数和管理器件资源的复杂性。在电机控制工程中集成此工具可提供所列的相同优势。

8 参考文献

- 德州仪器 (TI) : [Motor Control SDK 通用工程和实验](#)
- 德州仪器 (TI) : [利用 SysConfig 并借助 C2000 实时 MCU 加速开发](#)
- 德州仪器 (TI) : [C2000 SysConfig](#)
- [SysConfig 视频系列](#)
- [C2000WARE-MOTORCONTROL-SDK](#)
- [CCSTUDIO](#)

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司