

# Embedded Code Generation Tutorial

## Trigger Configuration using PLECS STM32 TSP

PLECS STM32 TSPを使用したトリガ設定

Tutorial Version 1.0

## はじめに

このチュートリアルでは、PLECS CoderとSTM32 Target Support Package(TSP)を使用してSTM32マイクロコントローラ(MCU)を使用する方法を学習します。

### 始める前に

- チュートリアルの"[Introduction to PLECS STM32 Code Generation](#)"で紹介している基本概念を理解していることを確認してください。これは上級者向けのチュートリアルです。
- 今後もSTM32 NUCLEO-G474REボード[1]を使い続けていく予定です。

## 演習1: トリガ構成

デジタルのパワーエレクトロニクス制御ループでは、アナログ-デジタルコンバータ(ADC)による信号測定、制御ロジックの実行、およびPWM出力による作動の時間同期が重要です。この演習では、ADCトリガ信号とタスクトリガ信号を介してADCと制御ループの割り込みを設定する方法を学習します。詳細な説明については[3]の"タスク実行の制御"セクションを参照してください。

### 課題1.1 PWMループバック



#### あなたのタスク:

- PLECSモデルを開く:** 添付のモデルstm32\_trigger\_pwm\_loopback.plecsを開きます。[図2](#)に示すように、ADCの変換開始はTimerによって**Frequency**が10e3Hzでトリガされ、PWMの**Carrier frequency**は0.6e3Hzに設定されていることがわかります。
- オフラインシミュレーションを実行:** 必要に応じてデューティ比を変更し(0~1の範囲)、シミュレーションを開始して (**Ctrl + T**) 結果を確認します。
- ハードウェアの接続:** [図1](#)に示すように、ジャンパ線を使用して、STM32 G474RE MCUのピンPB9(CN10-5、PWM)をPA1 (CN7-30、Analog In)に接続します。
- STM32 MCUをフラッシュし、外部モードに接続:** **Coderオプション**ウィンドウで、"Controller"サブシステムをMCU上に**ビルド**します。生成されたコードがターゲット上で実行されたら、"STM32のコード生成の紹介"チュートリアルの説明に従って、**外部モードに接続**してPLECSスコープを更新します。PWM波形がサンプリングされていることを確認してください。
- オンザフライでデューティの値を変更:** デューティ比パラメータが**パラメータのインライン化**タブのリストに追加されているため、値はリアルタイムで即座に変更できます。
- 外部モードから切断し、PLECSモデルを修正:** 次に、外部モードから**切断**します。PWMブロックのパラメータウィンドウで、**Carrier frequency**を6e3に上げます。
- 手順2~6を繰り返す:** 次に、スイッチング周波数6e3Hzのオフラインおよびリアルタイムシミュレーションでサンプリングの誤差を確認します。
- Analog InのTrigger sourcを変更:** 次に、[図3](#)に示すように、ADCトリガをTimerではなくPWMブロックによって生成されるように切り替えます。オフライン シミュレーションの結果を観察します。次に、"Controller"サブシステムをSTM32 MCUに再ビルドし、外部モードに**接続**して、デューティ比をオンザフライで変更し、リアルタイムシミュレーションの結果を観察します。

❓ 課題1.1の最後に何が観察されますか？

**A** PWMブロックパラメータのTriggerタブのTrigger eventがOverflowまたはUnderflowに設定されている場合、デューティ比(0 ~ 1の間)に関係なく、結果は常に0または3.3になることがわかります。

図1: PWMからADCへのループバックのピン構成

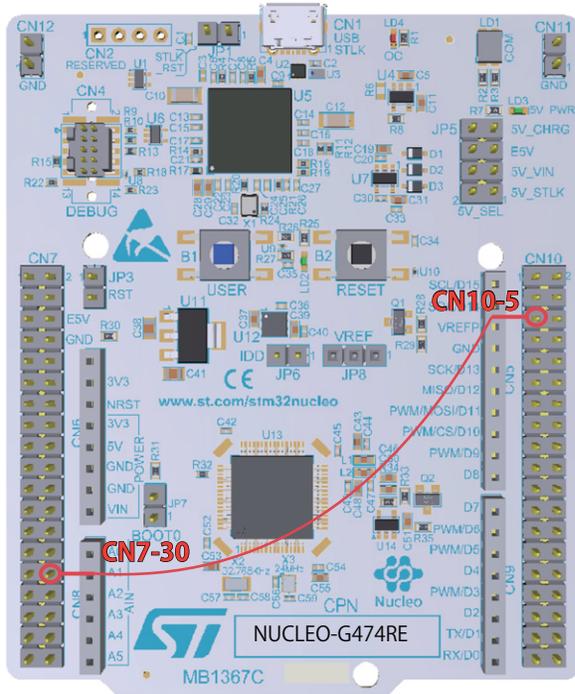
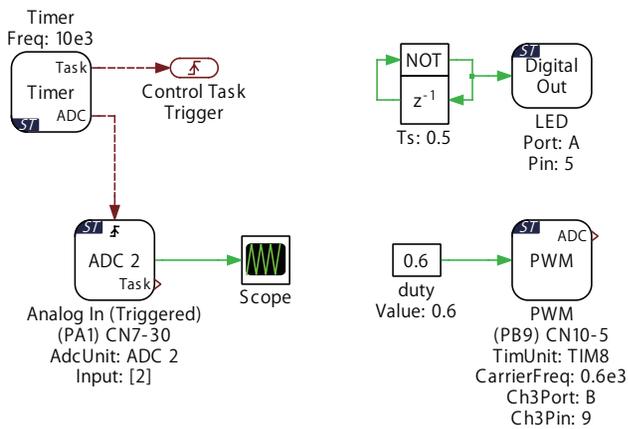


図2: TimerによるADC変換開始



🎲 この段階で、モデルはstm32\_trigger\_1.plecsと同じになります。

## 課題1.2 オプション: PWMループバックにフィルタを追加

オプションとして、図4に示すように、PWM出力からADC入力へのループバック間にRCフィルタを追加します。

図3: PWMによるADC変換開始

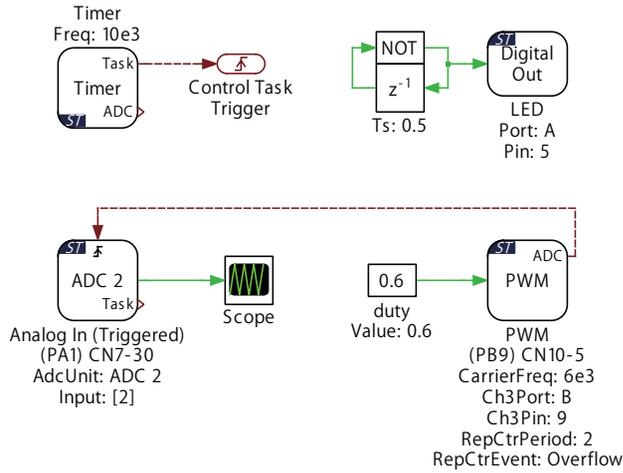
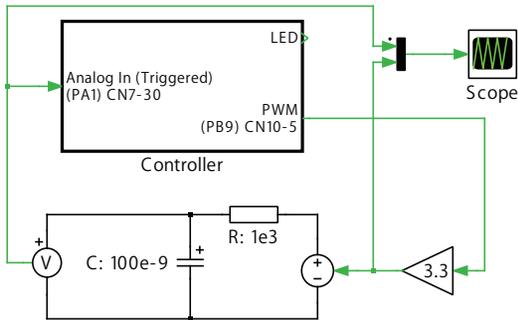


図4: PWM出力からADC入力へのループバックの間にRCフィルタを追加



**あなたのタスク:** 添付ファイルから PLECSモデルstm32\_trigger\_filtered\_pwm\_loopback.plecsを開き、変更するハードウェア接続を除いて、課題1.1のすべての手順を繰り返します。今回は、図5に示すように、ジャンパ線の代わりにRCケーブルを使用してPWMとADCの間にループバックを作成します。抵抗器の固定していない末端からのワイヤをPB9(CN10-5、PWM)に接続し、抵抗器とキャパシタの接続点からの別の線をPA1(CN7-30、Analog In)に接続し、キャパシタの固定していない末端からの3番目の線をGNDに接続します。



課題1.2の終了時の結果は、課題1.1とどのように異なりますか？



課題1.2の最後には、フィルタリングされたPWM信号のサンプリングがPWM波形の平均で行われ、図6に示すように、平均値がデューティ比に応じて増減していることがわかります。



この演習の最後には、モデルはstm32\_trigger\_2.plecsと同じになります。

図5: RCフィルタを使用したPWMからADCへのループバックのピン構成

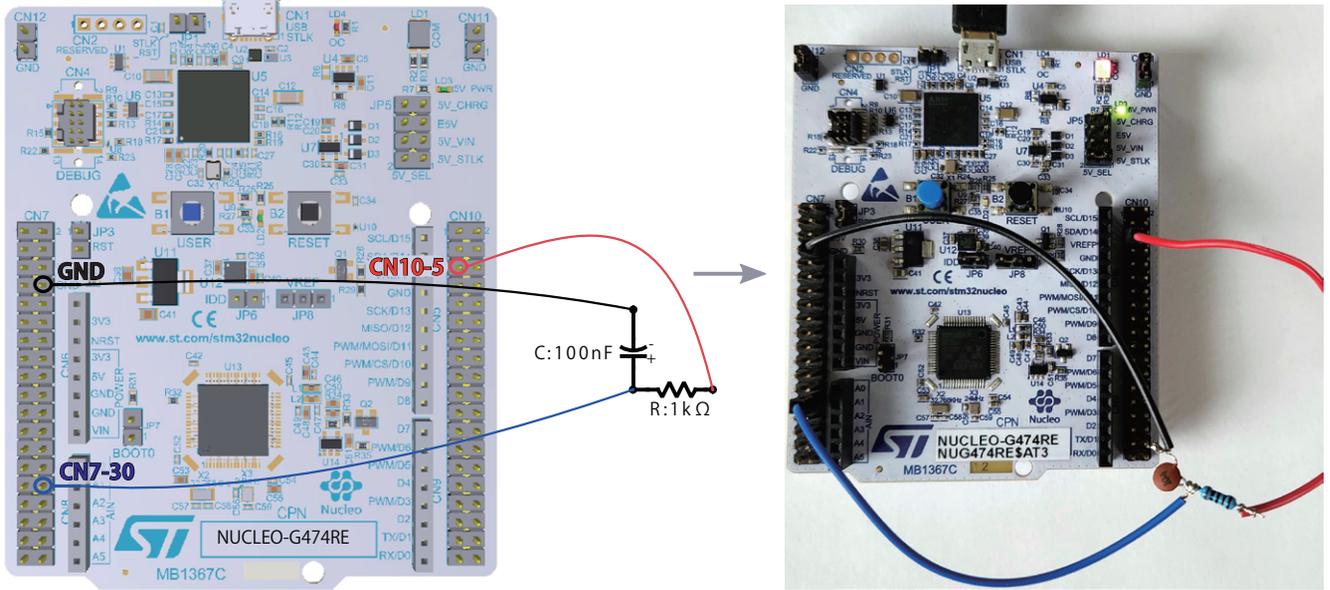
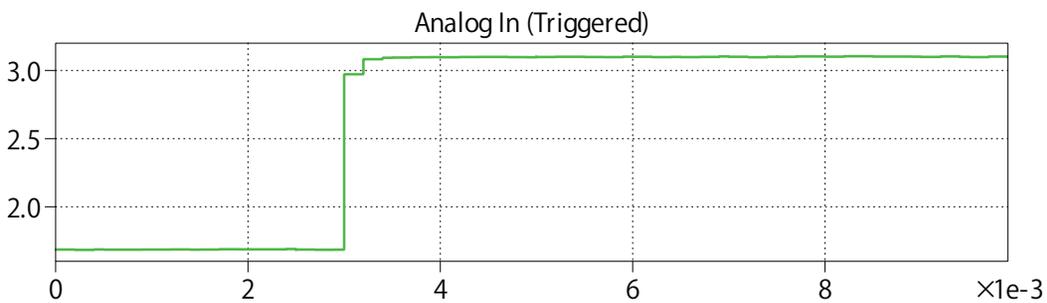


図6: デューティ比を0.4から0.9に変化させたときの、リアルタイムでフィルタリングされたPWMループバックモデルのAnalog In測定



## 参考文献

- [1] STMicroelectronics, NUCLEO-G474RE: <https://www.st.com/en/evaluation-tools/nucleo-g474re.html>
- [2] RT Box User Manual, Plexim GmbH, Online: <https://www.plexim.com/sites/default/files/rtboxmanual.pdf>  
日本語訳RT BOXユーザーマニュアル: <https://adv-auto.co.jp/products/plexim/manual.html>
- [3] STM32 Target Support User Manual: <https://plexim.com/sites/default/files/stm32manual.pdf>  
日本語訳STM32 Code生成マニュアル: <https://adv-auto.co.jp/products/plexim/manual.html>
- [4] STM32G4 Nucleo-64 boards (MB1367) User Manual:  
[https://www.st.com/resource/en/user\\_manual/um2505-stm32g4-nucleo64-boards-mb1367-stmicroelectronics.pdf](https://www.st.com/resource/en/user_manual/um2505-stm32g4-nucleo64-boards-mb1367-stmicroelectronics.pdf)

改訂履歴:

Tutorial Version 1.0 初版

**plexim**

☎ +41 44 533 51 00

+41 44 533 51 01

✉ Plexim GmbH

Technoparkstrasse 1

8005 Zurich

Switzerland

@ info@plexim.com

<http://www.plexim.com>

**Pleximへの連絡方法:**

Phone

Fax

Mail

Email

Web

**KESCO** KEISOKU ENGINEERING SYSTEM

計測エンジニアリングシステム株式会社

<https://kesco.co.jp>

*Embedded Code Generation Tutorial*

© 2002–2023 by Plexim GmbH

このマニュアルで記載されているソフトウェアPLECSは、ライセンス契約に基づいて提供されています。ソフトウェアは、ライセンス契約の条件の下でのみ使用またはコピーできます。Plexim GmbHの事前の書面による同意なしに、このマニュアルのいかなる部分も、いかなる形式でもコピーまたは複製することはできません。

PLECSはPlexim GmbHの登録商標です。MATLAB、Simulink、およびSimulink Coderは、The MathWorks、Inc.の登録商標です。その他の製品名またはブランド名は、それぞれの所有者の商標または登録商標です。