

FRA222 Microcontroller Interface

ARM CMSIS DSP LIBRARY

A solid orange horizontal bar spanning the width of the slide, located at the bottom.







DSP – Digital signal Processing library




- ช่วยในการคำนวณ ข้อมูลสัญญาณ ในรูปแบบ ดิจิตอล เช่น lowpass filter FFT PID etc.
- เสริมฟังก์ชันการทำงานทางคณิตศาสตร์ ให้กับระบบ
- เพิ่มความเร็วการคำนวณทางเมทริก(บางส่วน)
- ป้องกันการ **overflow / underflow** ใน **FIXED POINT**

การติดตั้ง – download CMSIS

CMSIS >> https://github.com/ARM-software/CMSIS_6/releases/tag/v6.0.0

DSP >> <https://github.com/ARM-software/CMSIS-DSP/releases/tag/v1.15.0>

▼ Assets 4		
 ARM.CMSIS.6.0.0.pack	7.76 MB	Dec 18, 2023
 packlist.txt	571 Bytes	Dec 18, 2023
 Source code (zip)		Dec 18, 2023
 Source code (tar.gz)		Dec 18, 2023

 ARM.CMSIS-DSP1.15.0.pack	7.74 MB	Aug 21, 2023
 Source code (zip)		Aug 21, 2023
 Source code (tar.gz)		Aug 21, 2023

workspace_1.13.2 - Device Configuration Tool - STM32CubeIDE

File Edit Navigate Search Project Run Window Help Hello putthinart



Project Explorer X

- > IDE 00test
- > IDE ADCTEST2024
- > IDE asdfasdf
- > IDE Button_Matrix
- > IDE DAC
- > IDE digidummy
- > IDE Digitalcollector
- > IDE FreeRTOS
- > IDE GPIO
- > IDE ProWaste
- > IDE sdsadf
- > IDE teset
- > IDE test
- > IDE TestDSP2024
- > IDE Timer2024
- > IDE watchdog

- Information Center
- Video tutorials
- Help Contents
- Search
- Show Context Help
- Show Active Keybindings... Ctrl+Shift+L
- Tips and Tricks...
- Cheat Sheets...
- Eclipse User Storage >
- Check for Updates
- Install New Software... Manage Embedded Software Packages
- Eclipse Marketplace...
- MX Check for Target Selector Device Database Updates
- MX Check for Embedded Software Packages Updates
- MX Manage Embedded Software Packages
- MX Target Device Docs and Resources
- ST-LINK Upgrade
- IDE About STM32CubeIDE

main.c main.c

ion

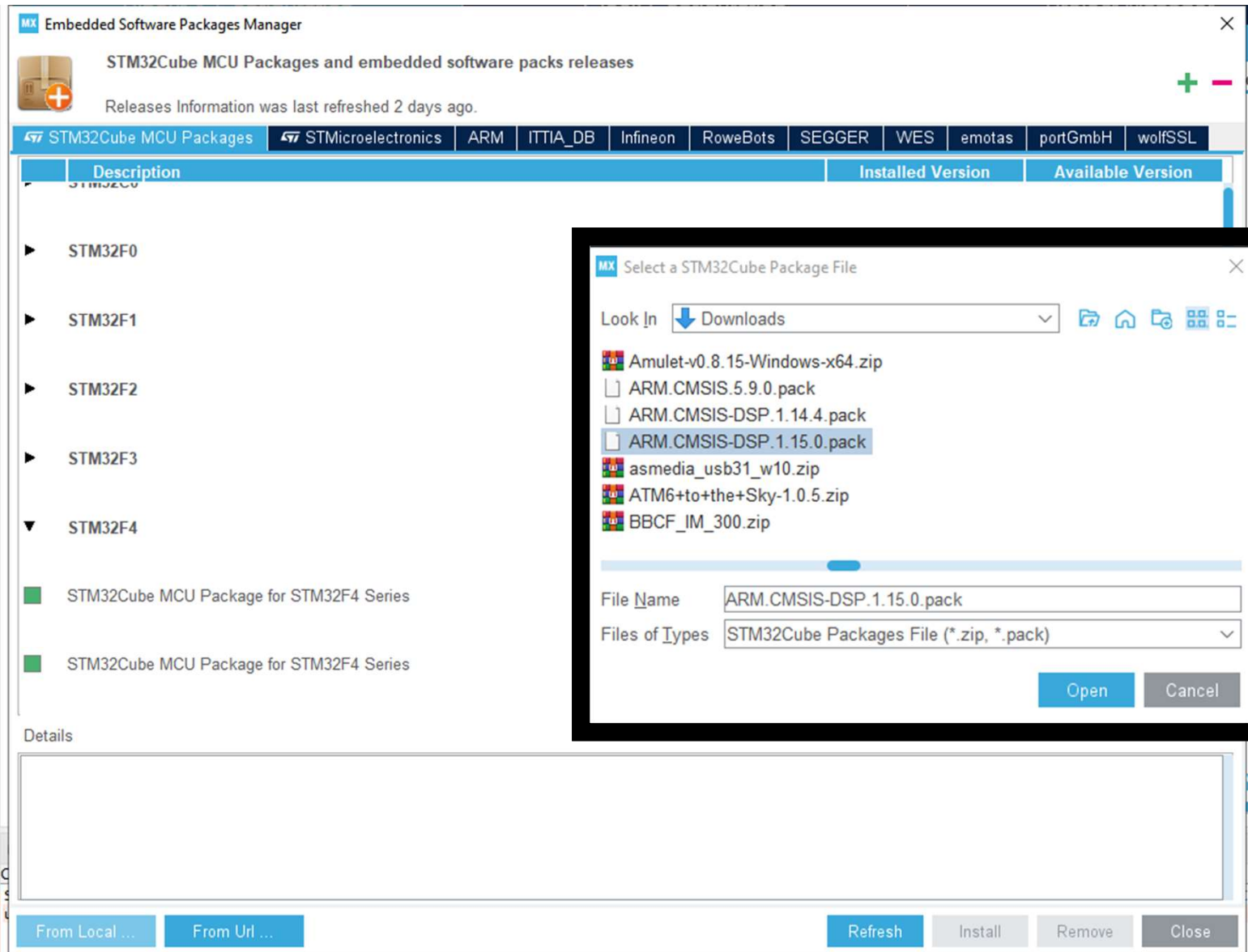
ARM.CMSIS-DSP.1.1!

☐ CMSIS DSP

Computing >

Middleware and Software Packs >

Conf



MX Embedded Software Packages Manager



STM32Cube MCU Packages and embedded software packs releases



Releases Information was last refreshed 2 days ago.

STM32Cube MCU Packages | STMicroelectronics | **ARM** | ITTIA_DB | Infineon | RoweBots | SEGGER | WES | emotas | portGmbH | wolfSSL

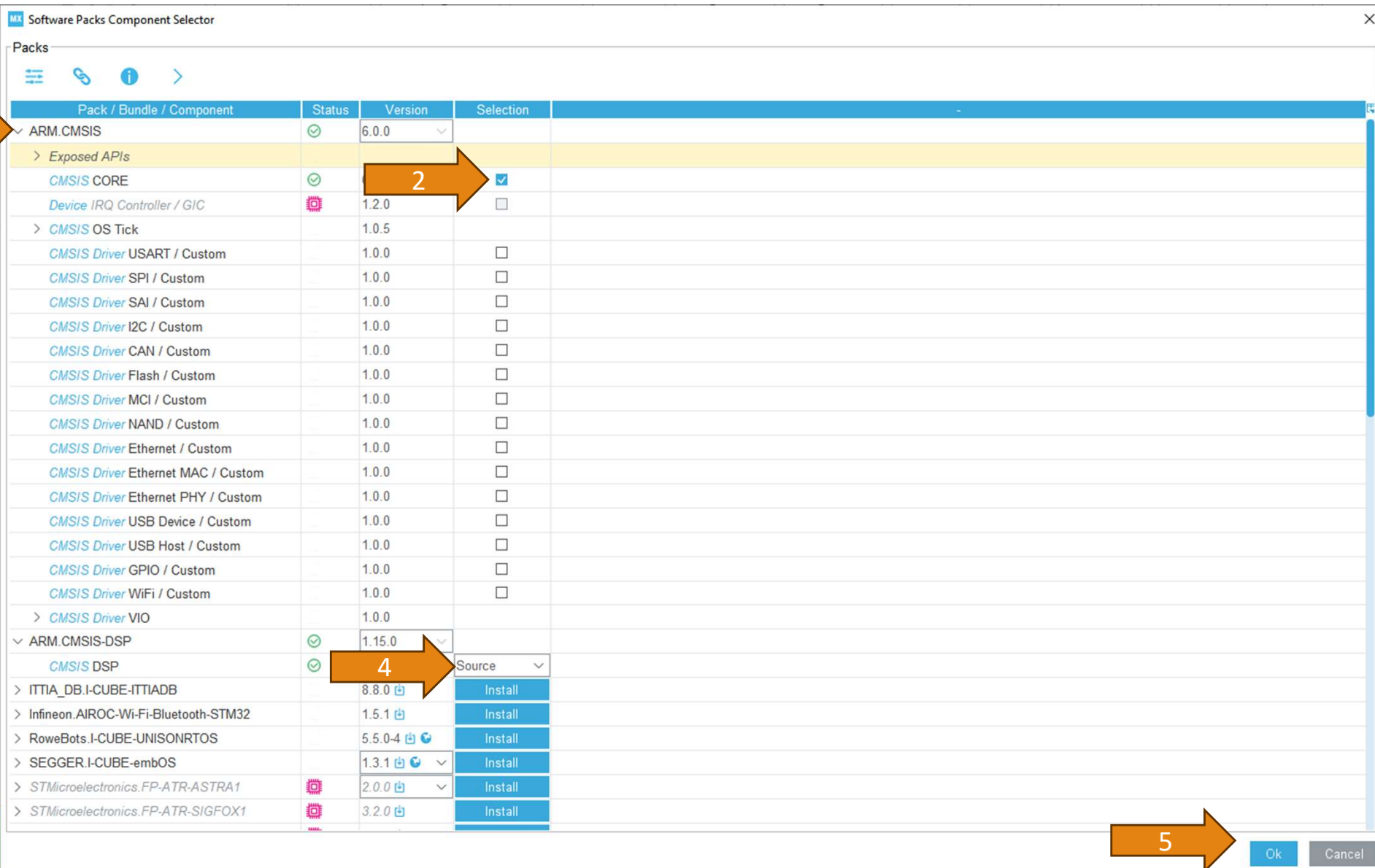
Status	Description	Available Version
▼	CMSIS	
■	CMSIS (Common Microcontroller Software Interface Standard)	6.0.0
■	CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard)	5.7.0
■	CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard)	5.6.0
□	CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard) (Size : 122.72 MB)	5.5.1
□	CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard) (Size : 122.72 MB)	5.5.0
□	CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard) (Size : 137.30 MB)	5.4.0
□	CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard) (Size : 113.43 MB)	5.3.0

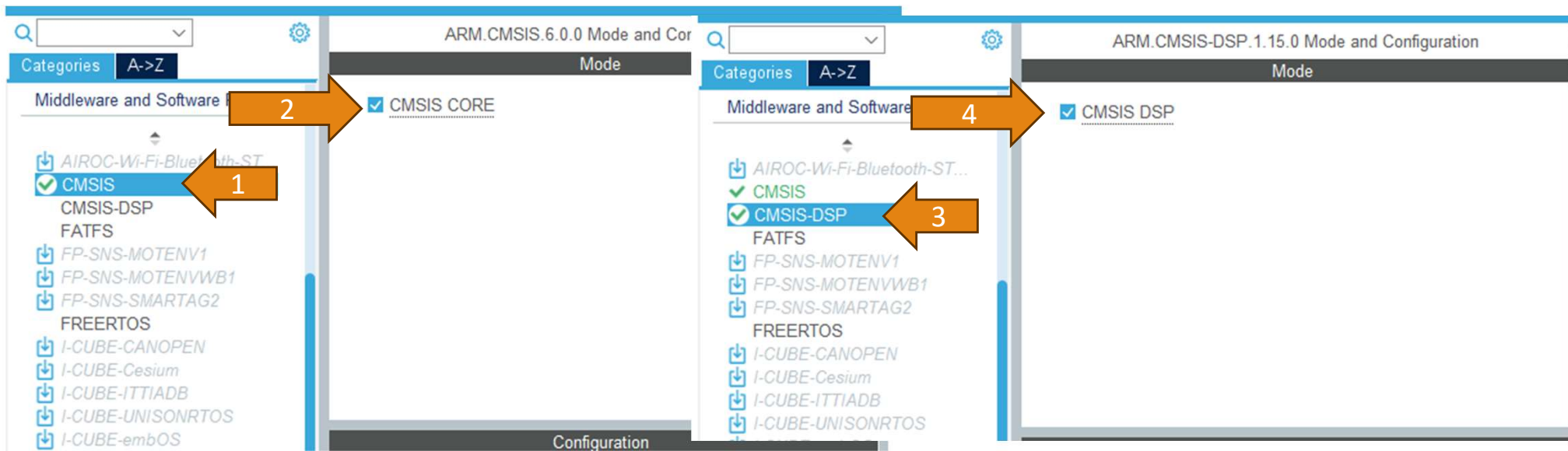
Details

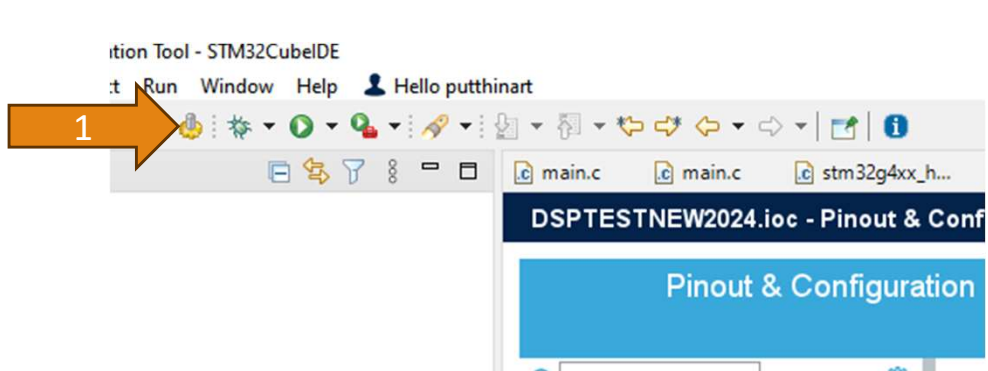
การตั้งค่า CMSIS ใน IOC

DSPTESTNEW2024.ioc - Pinout & Configuration

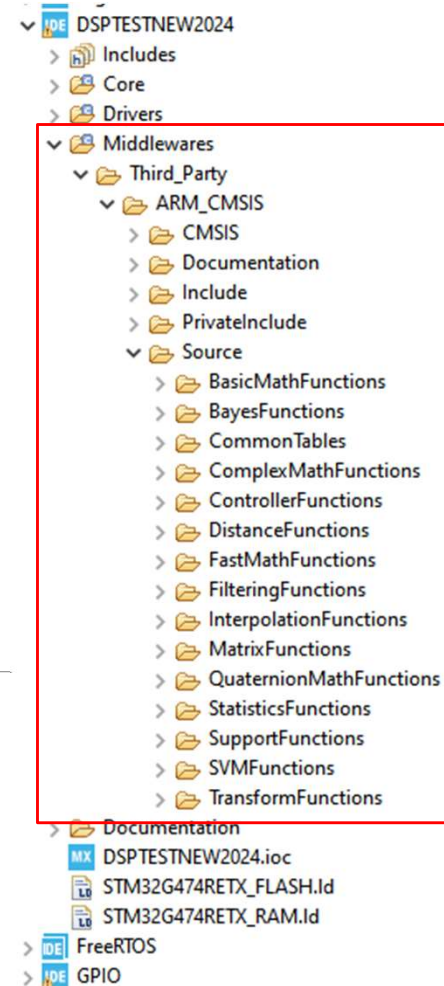
[illegible]







2 DSP lib แบบไม่สมัครถูกรับ add มาให้โปรเจค



ไปที่ C:\Users\{username}\STM32Cube\Repository\Packs\ARM\CMSIS-DSP\1.15.0

1. ลาก SOURCE มาใส่ใน Root ของโปรเจกต์

2. ไฟล์เดอร์ที่ได้ควรจะอยู่นอกของระบบ

3. ไฟล์เดอร์ที่ได้ควรจะอยู่นอกของระบบ

File and Folder Operation

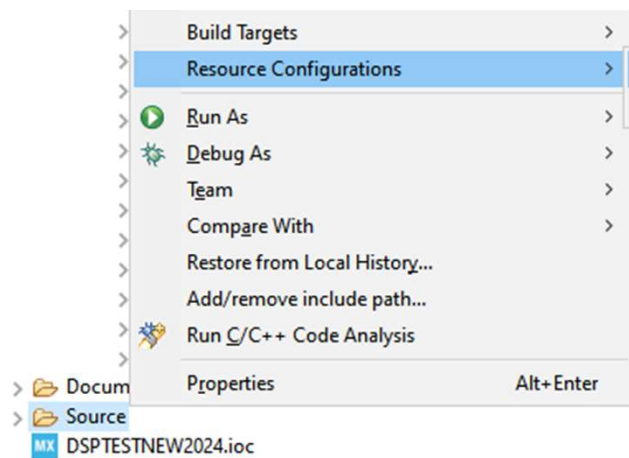
Select how files and folders should be imported into the project:

- ☒ Copy files and folders
- ☐ Link to files and folders
- ☐ Link to files and recreate folder structure with virtual folders

☒ Create link locations relative to: PROJECT_LOC

[Configure Drag and Drop Settings...](#)

OK Cancel



Exclude from Build...

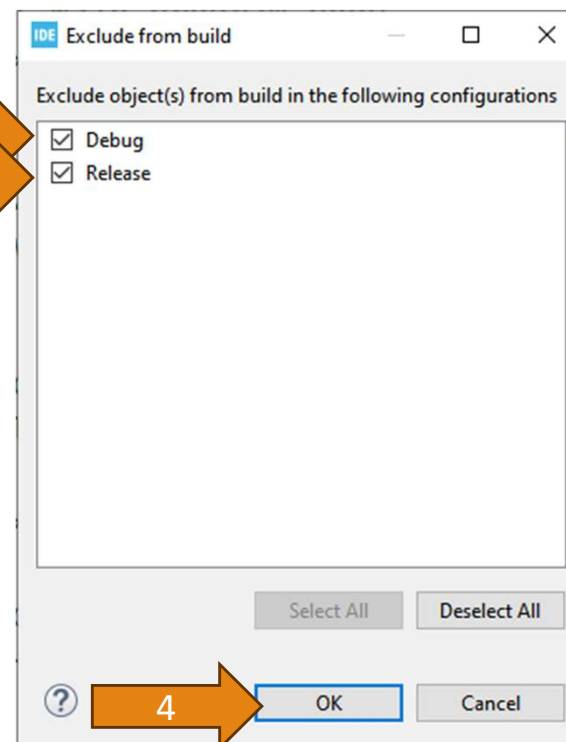
Reset to Default...

1 exclude from build

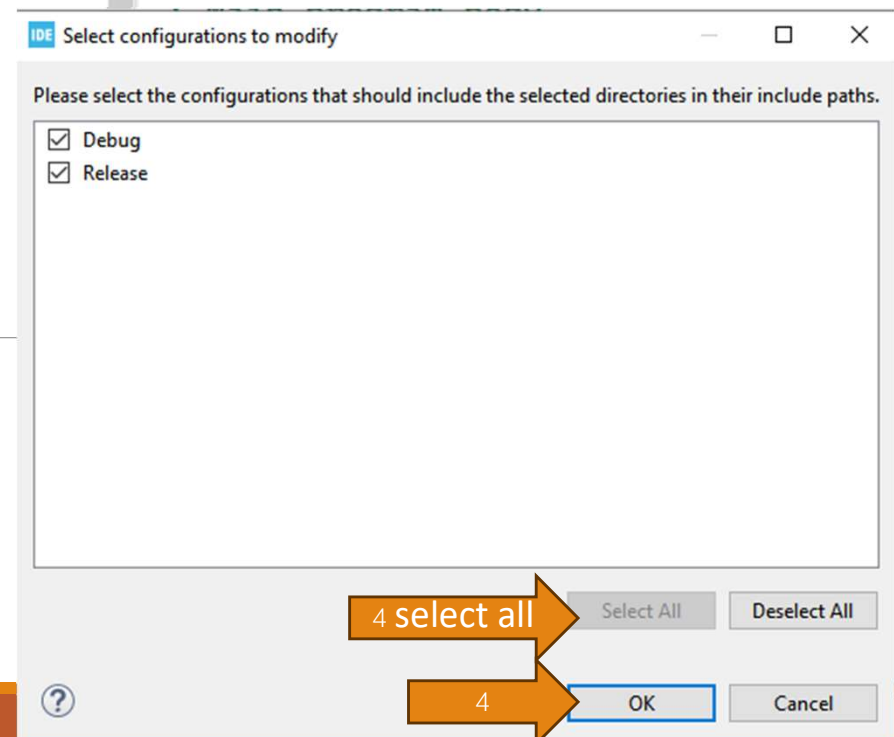
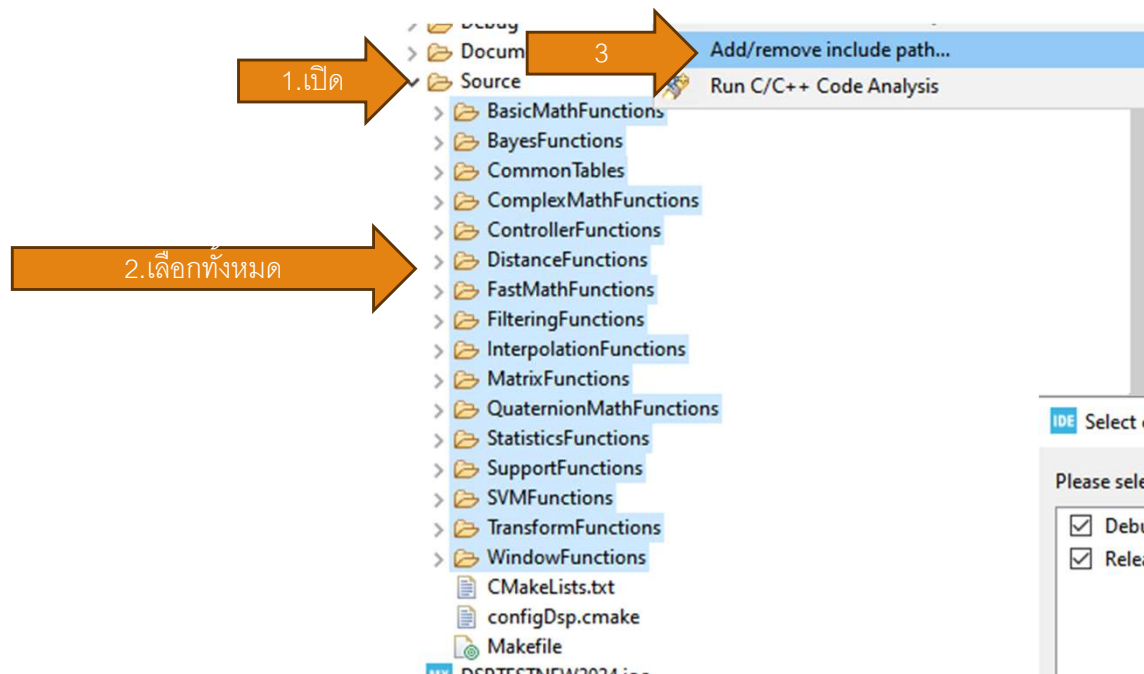
```
15 *  
17 /*  
18 /* USER  
19 /* Inclu  
20 #include  
21  
22 /* Priva  
23 /* USER  
24
```

2 เลือก

3 เลือก



4



หากทำทุกอย่างถูก จะสามารถ include arm_math.h
และ compile ผ่าน

1

```
20 #include "main.h"
21
22 /* Private includes _____
23 /* USER CODE BEGIN Includes */
24 #include "arm_math.h"
25 /* USER CODE END Includes */
26
27 /* Private typedef _____
28 /* USER CODE BEGIN PTD */
29
30 /* USER CODE END PTD */
31
32 /* Private define _____
33 /* USER CODE BEGIN PD */
34
35 /* USER CODE END PD */
36
```

2

```
Problems Tasks Console X Properties
IT Build Console [DSPTESTNEW2024]
'm-none-eabi-size DSPTESTNEW2024.elf
'm-none-eabi-objdump -h -S DSPTESTNEW2024.elf > "DSPTESTNEW2024.list"
text data bss dec hex filename
11648 20 1716 13384 3448 DSPTESTNEW2024.elf
nished building: default.size.stdout

nished building: DSPTESTNEW2024.list

01:59 Build Finished. 0 errors, 0 warnings. (took 3s.947ms)
```

Variable in DSP

```
arm_rfft_instance_q31 : struct
arm_status : enum
float32_t : float
float64_t : double
q15_t : int16_t
q31_t : int32_t
q63_t : int64_t
q7_t : int8_t
arm_abs_f32(const float32_t*, float32_t*, uint32_t) : void
arm_abs_q15(const q15_t*, q15_t*, uint32_t) : void
arm_abs_q31(const q31_t*, q31_t*, uint32_t) : void
arm_abs_q7(const q7_t*, q7_t*, uint32_t) : void
arm_add_f32(const float32_t*, const float32_t*, float32_t*, uint32_t) : void
arm_add_q15(const q15_t*, const q15_t*, q15_t*, uint32_t) : void
arm_add_q31(const q31_t*, const q31_t*, q31_t*, uint32_t) : void
arm_add_q7(const q7_t*, const q7_t*, q7_t*, uint32_t) : void
```

1. fxx – f32 f64 ➔ float32_t, float64_t = Floating point

- Just a totally normal Floating point

2. qxx – q7, q15, q31, q63 ➔ Fixed point

- not a normal integer

FIXED Point ?

0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 32bit

float32_t 1Sign 8exponent 23fraction

0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000

2²³ = 8,388,608 step

Number of decimal digits : 6-7 digits , range +- 3.4028234664 × 10³⁸

$$\text{value} = (-1)^{\text{sign}} \times 2^{(E-127)} \times \left(1 + \sum_{i=1}^{23} b_{23-i} 2^{-i} \right).$$

1Sign 31decimal

int32_t 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000

2³¹ = 2,147,483,648 step

Number of decimal digits : 9 – 10 digits range -2,147,483,648 to 2,147,483,647

FIXED Point ?

Q Format Qm.n

Range = $-(2^{m-1})$ to $2^{m-1} - 2^{-n}$

Resolution : 2^{-n}

$$-(2^{32-1}) = -2147483648$$

int32_t (Q32.0 Format)

$$2^{32-1} - 2^{-0} = 2147483647$$

$$-2^{1-1} = -1$$

q31_t (Q1.31 Format)

$$2^{1-1} - 2^{-31} =$$

0.99999999953433871269226
07421875

in Lib

q31_t = Q1.31 ,

q15_t = Q1.15 ,

q63_t = Q1.63

why? use Qformat in DSP

- Better Number of decimal digits , in same size of storage float32 (6-7 digit) | q31(9-10 digit)
- Faster Calculation*
- Easy to convert in microcontroller
- Cost effective in Hardware design

*When use with optimization and in right situation

A solid orange horizontal bar spanning the width of the slide, located at the bottom.

แล้ว...เราต้องใช้Q format ไหม? ในตอนนี้

1. float32_t vs q31_t – อันไหนก็ได้

- 1. STM32F4 มี FPU ระดับ **single point** ซึ่งช่วยเร่งความเร็วในการคำนวณ **Float** อยู่แล้ว รวมๆ **performance** ไม่ต่างกันมากให้การคำนวณไม่ซับซ้อน
- 2. **cost** ที่เพิ่มมาจากการใช้ **float** ส่วนมากมาจากการแปลง ไปๆ กลับๆ ระหว่าง **float** กับ **int** ซึ่งเกิดบ่อย เวลา ให้กับ **peripheral** ต่างๆ เช่น **ADC** **TIM**
- 3. **q31** เป็น **implementation** เพราะฉะนั้น คำนวณโดยใช้การ $+/-$ แบบปกติไม่ได้ ต้องใช้ฟังก์ชันเฉพาะ (ซึ่งเป็นเหตุผลให้ ข้อ 1 ที่รวมๆแล้ว ใช้แบบไหนก็ได้)

อย่างไรก็ตาม การ **implement Qformat** ค่อนข้างต้องใช้ความเข้าใจในทางคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์สูง (เพราะทุกอย่างคำนวณใน **range ± 1**) ต้อง **scale** ตัวแปรและค่าคงที่ให้ถูกต้องด้วยจึงจะใช้งานได้

DSP Library

<https://www.keil.com/pack/doc/CMSIS/DSP/html/index.html>

- Basic math functions
- Fast math functions
- Complex math functions
- Filtering functions
- Matrix functions
- Transform functions
- Motor control functions
- Statistical functions
- Support functions
- Interpolation functions
- Support Vector Machine functions (SVM)
- Bayes classifier functions
- Distance functions
- Quaternion functions

vector (basic math function)

Content

Vector Absolute Value

Vector Addition

Vector bitwise AND

Vector Dot Product

Vector Multiplication

Vector Negate

Vector bitwise NOT

Vector Offset

Vector bitwise inclusive OR

Vector Scale

Vector Shift

Vector Subtraction

Vector bitwise exclusive OR

Fast math function

Fast Math Functions

Content

[ArcTan2](#)

[Cosine](#)

[Fixed point division](#)

[Sine](#)

[Vector Log](#)

[Square Root](#)

matrix

Matrix Functions

Content

Matrix Addition

Cholesky and LDLT decompositions

Complex Matrix Multiplication

Complex Matrix Transpose

Matrix Initialization

Matrix Inverse

Matrix Multiplication

Matrix Scale

Matrix Subtraction

Matrix Transpose

Matrix Vector Multiplication

```
float32_t A_MAT_BUFF[8]={0};  
arm_matrix_instance_f32 A;  
arm_mat_init_f32(&A, 2, 4, A_MAT_BUFF);
```

```
//NOW A is matrix size 2*4
```

and more

That all
