فاطمه سادات سیفی – 98243035

پارسا محمدپور – 98243050

پروژه درس ریزپردازنده و زبان اسمبلی

مقدمه:

این پروژه در اصل از ۳ بخش تشکیل شده است:

۱- **Proteus**
۲- **Stm32CubeMX**
۳- **Keil**

در ادامه ابتدا کلیت و نحوه انجام کار را توضیح می دهیم.

در این سوال از ما خواسته شده است که صدا ها را از طریق سیگنال ها، به اعداد و کاراکتر ها تبدیل کنیم!

برای این کار ابتدا یک ماژول speaker بر میداریم (در قسمت پرئوتئو توضیح داده خواهد شد) که وظیفه تبدیل یک فایل عه audio ورودی به ولتاژ را دارد.
سپس در میکرو کنترلرمان، این ولتاژ های ورودی را دریافت می کنیم و به عنوان نمونه ذخیره می کنیم.
سپس الگوریتم گوئرتزل را بر روی آن ها و فرکانس های داده شده اجرا می کنیم.
سپس با توجه به خروجی الگوریتم گوئرتزل برای فرکانس های هر سطر و ستون، مشخص می کنیم که هر نمونه ورودی مربوط به کدام کاراکتر بوده است.
سپس سون سگمنت را برای آن کاراکتر ست می کنیم.
همچنین به منظور لاگ گرفتن و دیدن جزئیات (البته در ورژن نهایی خیلی از لاگ گرفتن ها پاک شده ان) از ترمینال استفاده کرده و یک سری از موارد مانند سطر و ستون های هر کاراکتر (در صورت تشخیص دادن کاراکتر) را نمایش می دهیم.

Proteus:

در این قسمت به توضیح المان ها و ریزه کاری ها و جزئیات مورد استفاده در نرم افزار شبیه ساز proteus می پردازیم.

برای شبیه سازی کردن این سوال، از المان های زیر استفاده کرده ایم:

- میکروکنترولر عه stm32f401re
همان میکروکنترولرمان می باشد که فایل hex را دریافت می کند

- ماژول سون سگمنت عه کاتودی:
active high می باشد، یعنی در صورت یک بودن ورودی هایش، هر کدام یک از 7 بخش را روشن می کند.

- ماژول Speaker :
صرفا برای پخش صدای مورد بررسی در نرم افزار پروتئوس است و کار خاصی را انجام نمی دهد.

- اسیلوسکوپ :
وجود این ماژول هم اجباری نیست، صرفا برای این است که شکل موج عه هر فایل صوتی (پس از تبدیل شدنش به ولتاژ) نشان داده شود

- ماژول AUDIO از قسمت GENERATOR ها:
این ماژول، آدرس یک فایل عه صوتی را دریافت می کند، سپس با توجه به آن فایل، ولتاژ ورودی صدای موجود در آ« را تولید می کند.
همچنین در این ماژول قابلیت عهخ ست کردن عه مقدار offset و amplitude وجود دارد.

- Virtual terminal:
از این ماژول، برای لاگ گرفتن از اطلاعات عه برنامه استفاده کرده ایم و نبود آن مشکلی ایجاد نمی کند.

نکاتی در رابطه با نرم افزار proteus:

- در این نرم افزار، برای virtual terminal، از USART استفاده کردیم و مقدار عه Baud rate عه آن را هم برابر با 115200 قرار دادیم.

- خروجی عه ماژول speaker(لیبل عه AUDIO) را به اسیلوسکوپ وصل کردیم تا شکل موج عه حاصل را نمایش دهد.

- در این پروژه، با ولتاژ عه رفرنس (VDD) عه 5v کار می کنیم.

- در ماژول عه speaker ، برای اینکه ولتاژ حاصل از آن بین 0 ولت، تا 5 ولت باشد، مقدار عه offset آن را برابر با 2.5 v قرار دادیم و مقدار عه amplitude عه آن را برابر با 2.5 v قرا دادیم. تا ولتاژ حاصل و خروجی عه آن از فایل مورد نظر، بین صفر تا 5 ولت نوسان کند.

- آدرس عه فایل صوتی ورودی را در قسمت عه edit properties به ماژول عه audio generator می دهیم.

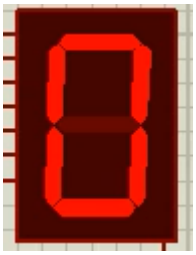
- در پین عه ورودی میکروکنترولرمان که مربوط به تبدیل آنالوگ به دیجیتال است، یک نسان دهنده ولتاژ قرار دادیم تا مقدار ولتاژ را در هر لحظه بتواین در پروتئوس ببینیم.

- برای اینکه در این پروژه از مبدل عه آنالوگ به دیجیتال استفاده شده است، ولتاژ های رفرنس عه میکروکنترولرمان را نیز به VDD و GND وصل می کنیم تا بتوانیم در میکروکنترولرمان عملیات عه تبدیل عه ورودی عه آنالوگ به دیجیتال را انام بدهیم.

نحوه نمایش کاراکتر ها بر روی سون سگمنت:

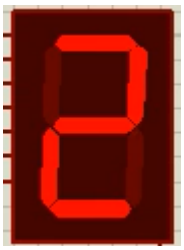
شکل عه سون سگمنت عه روشن شده هر کاراکتر را در زیر آن نمایش می دهیم:

کاراکتر '0':

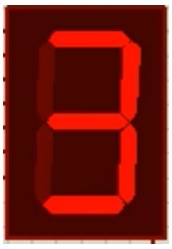


کاراکتر '1':

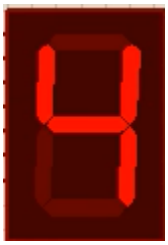
کاراکتر '2':



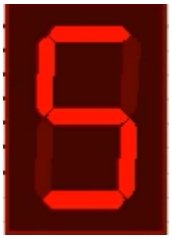
کاراکتر '3':



کاراکتر '4':

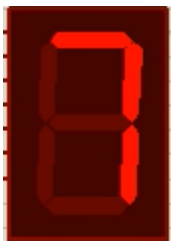


کاراکتر '5':

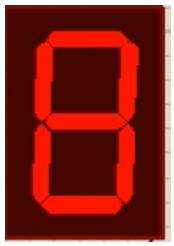


کاراکتر '6':

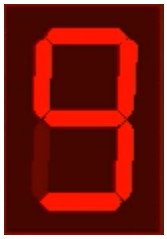
کاراکتر '7':



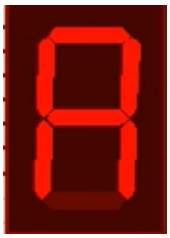
کاراکتر '8':



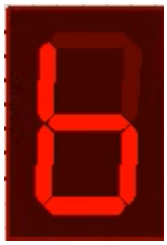
کاراکتر ’9‘:



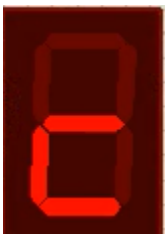
کاراکتر ’A‘:



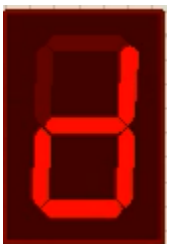
کاراکتر ’B‘:



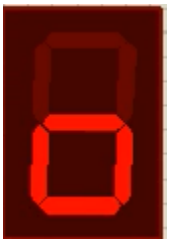
کاراکتر ’C‘:



کاراکتر ’D‘:



کاراکتر '#':



کاراکتر '*':

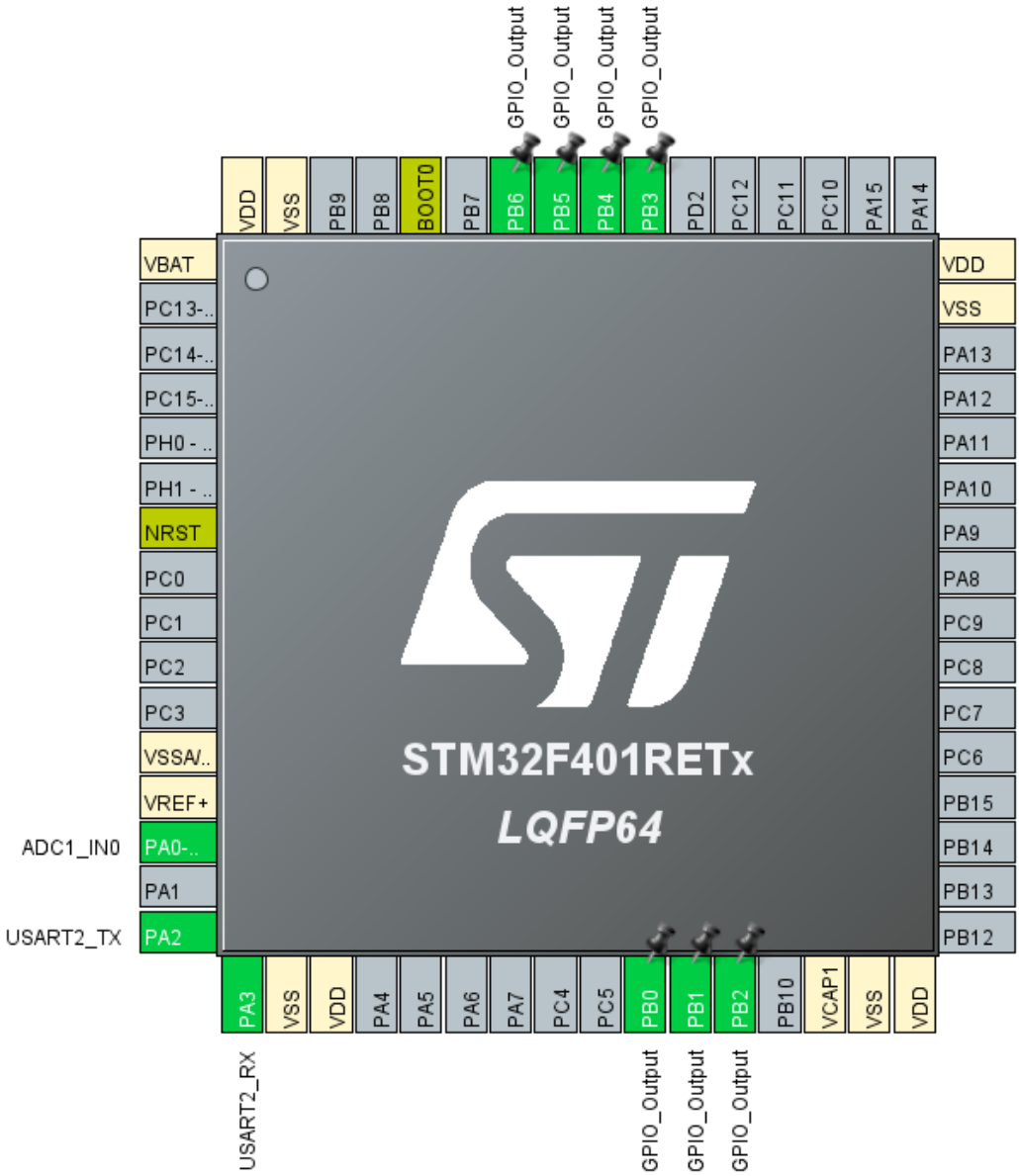
:STM32CubeMX

این نرم افزار از بخش هایی تشکیل شده است که هر کدام را به توضیح می دهیم و عکس مربوط به هر قسمت از آن را نیز قرار می دهیم.

- **Pinout & configuration:**

در این قسمت، تنظیمات اصلی و اساسی مربوط به میکروکنترولرمان را انجام می دهیم. تنظیماتی مربوط به پین ها، تنظیمات عه مربوط به کانال های USART و ... .

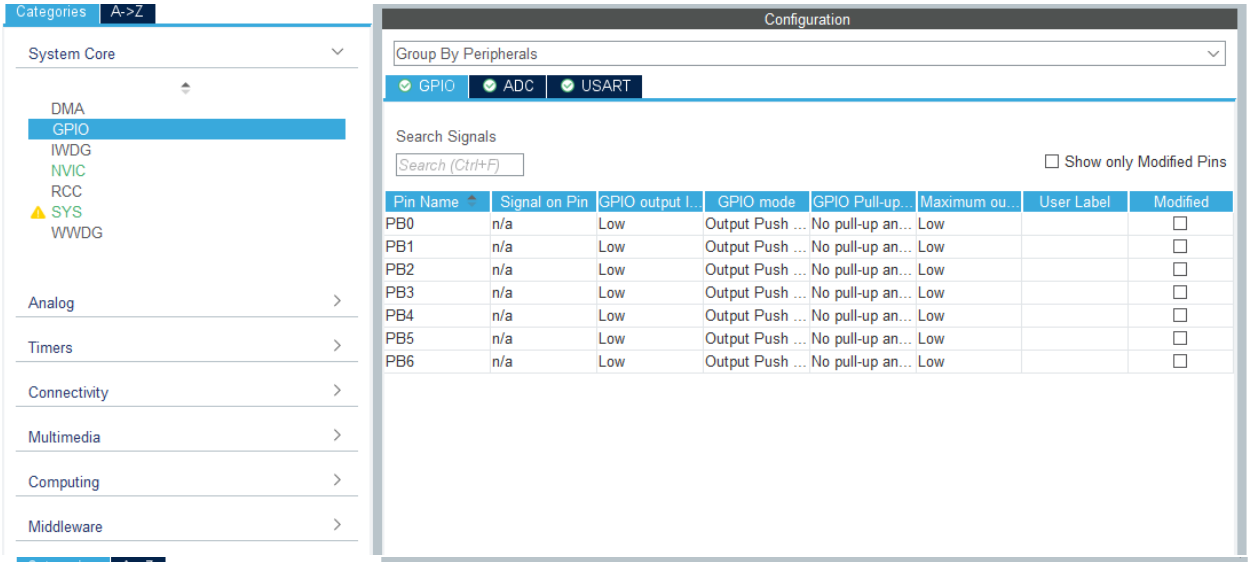
عکس زیر، نمای میکرویی و شماتیک عه تنظیم پین ها را نشان می دهد:

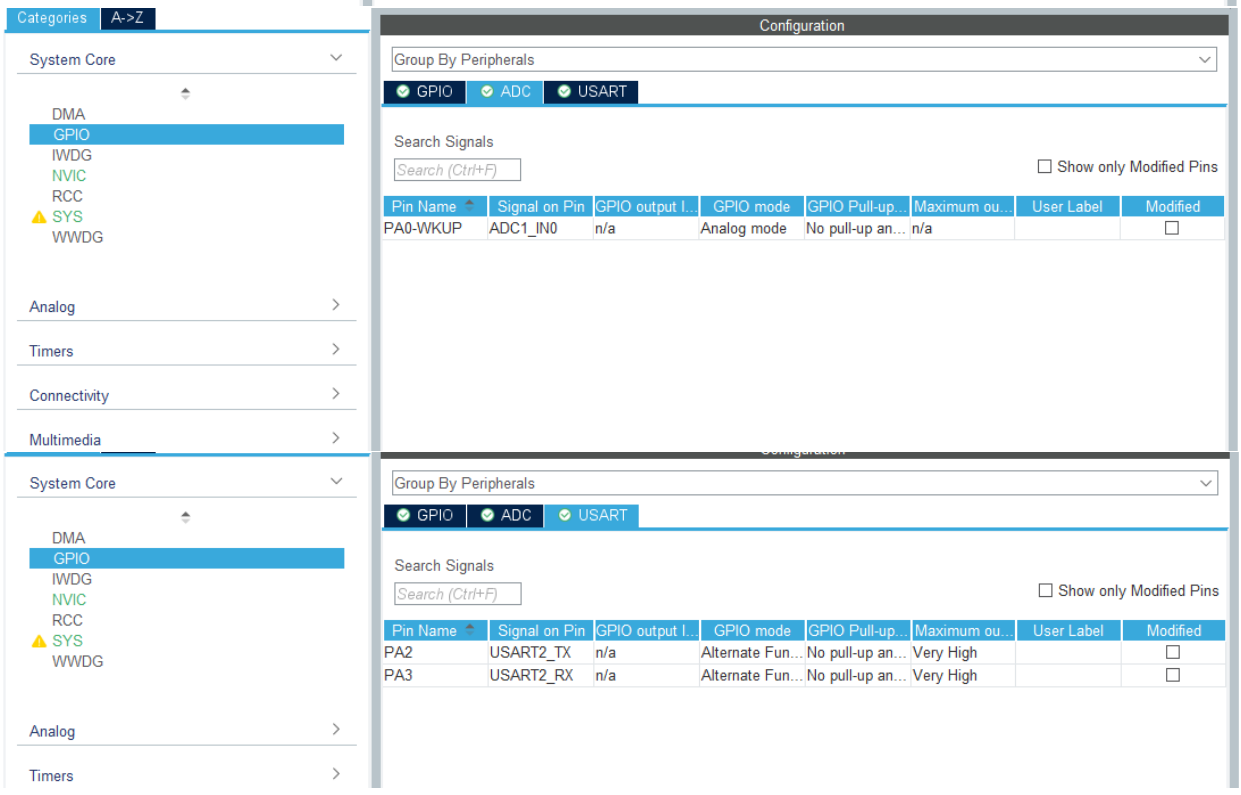


خود این قسمت، همانطور که توضیح داده شد، از بخش های مختلفی تشکیل شده است که هر کدام را توضیح می دهیم:

- **System Core:**

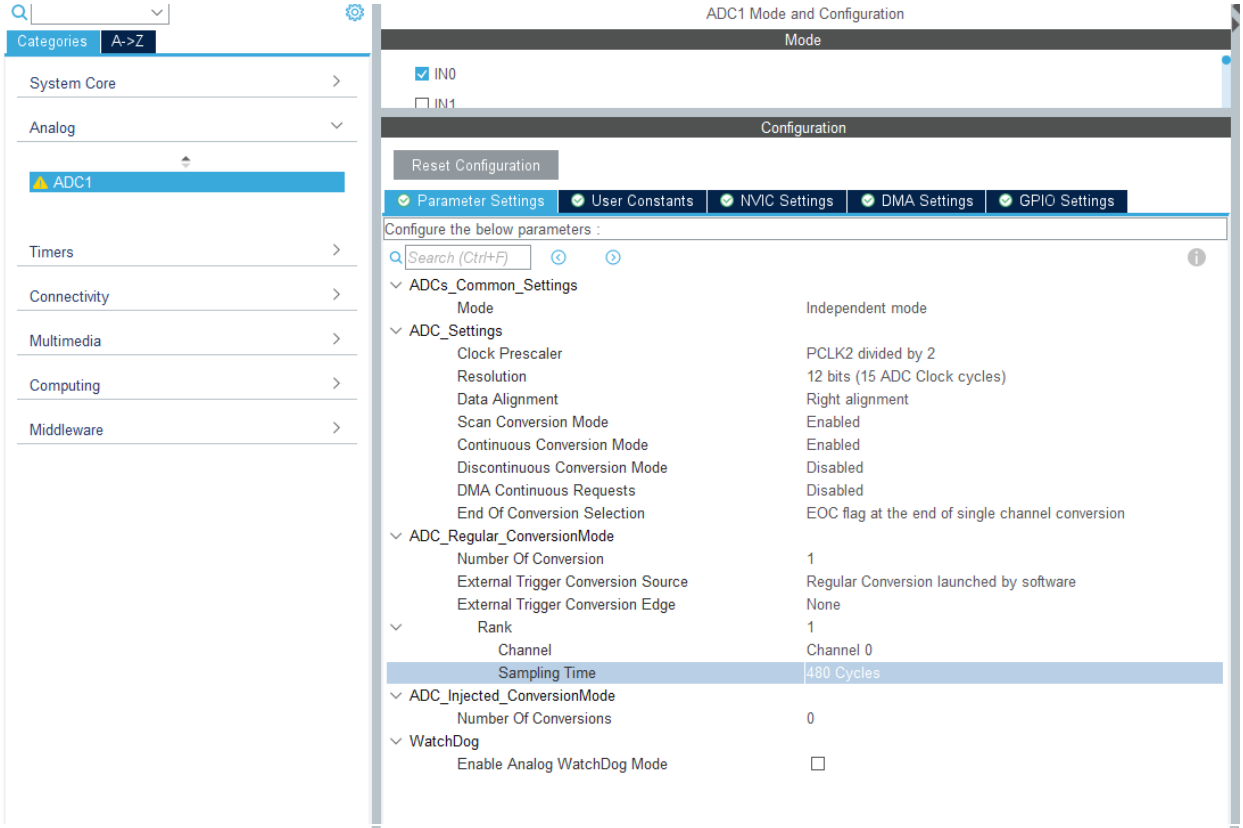
عکس های مربوط به این قسمت را قرار می دهیم:

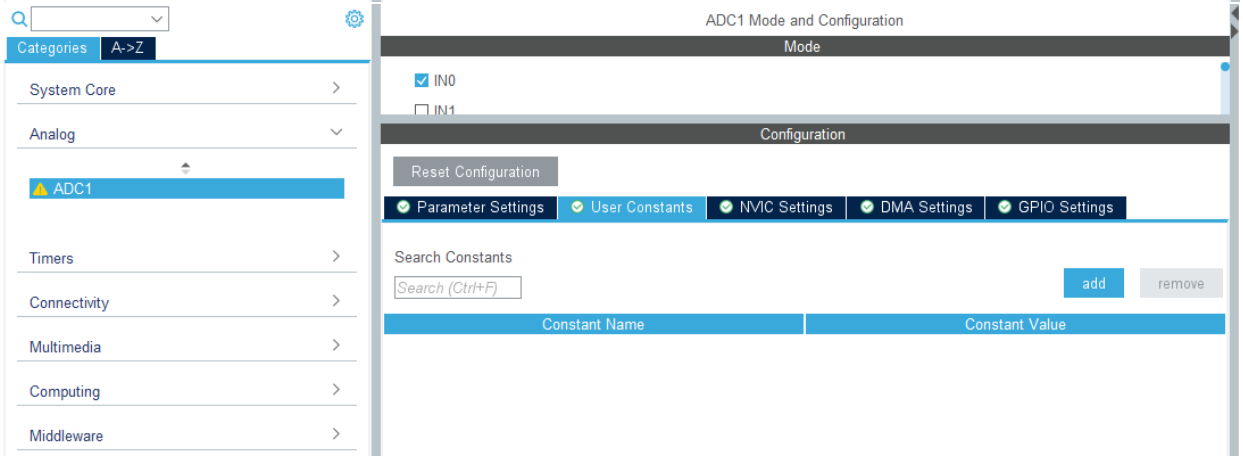


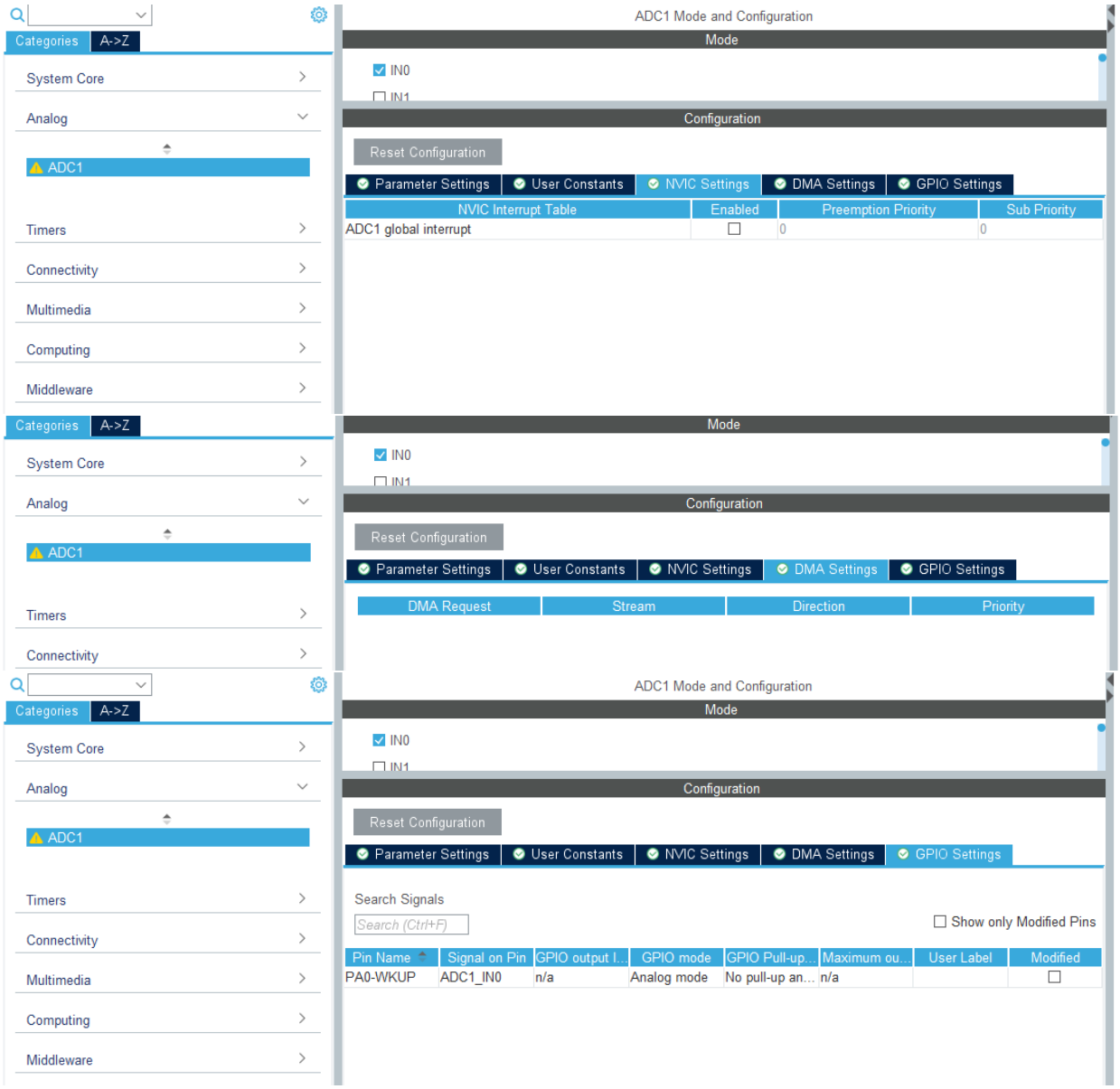


- **Analog:**

عکس های مربوط به این قسمت را قرار می دهیم:

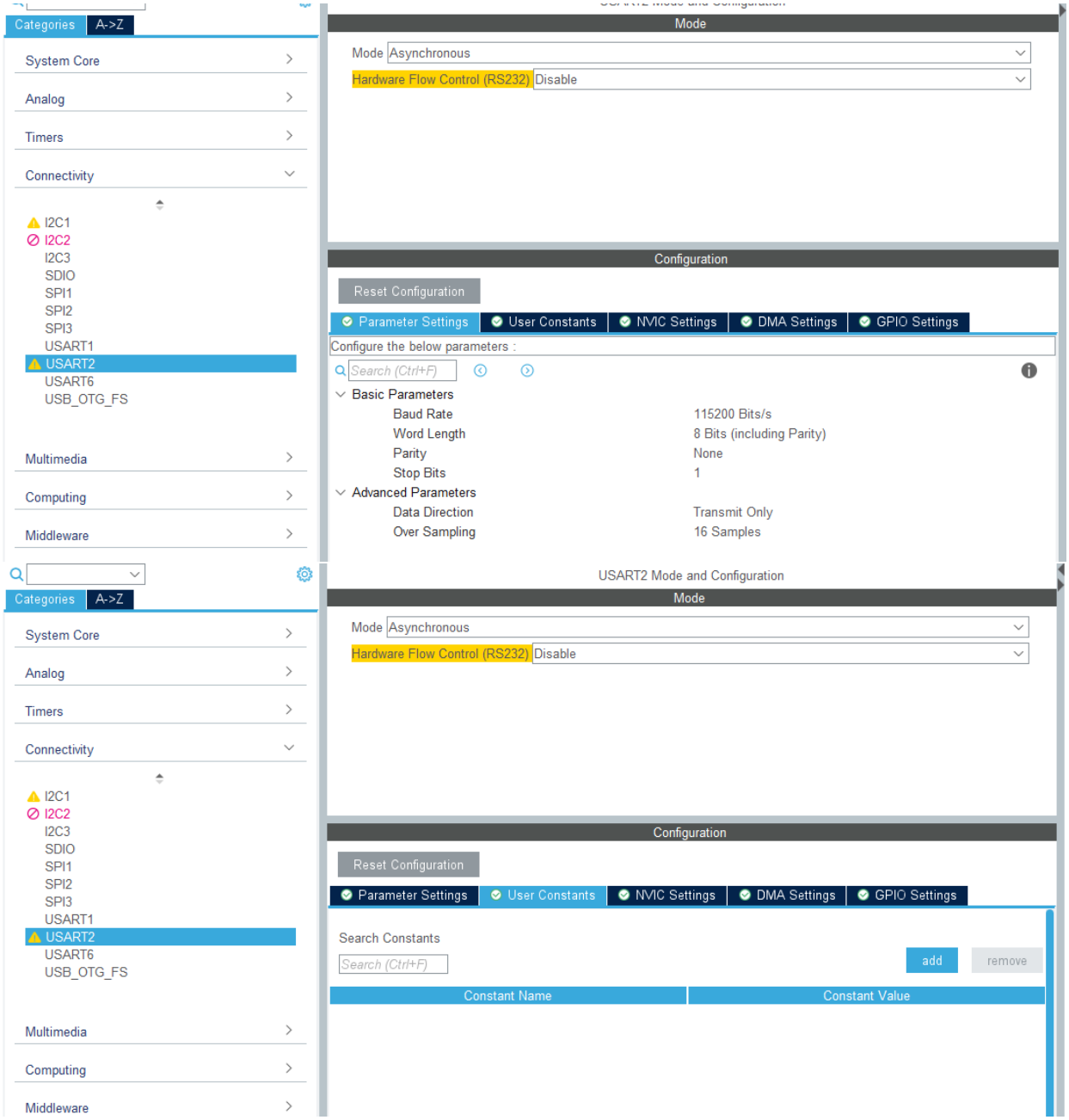


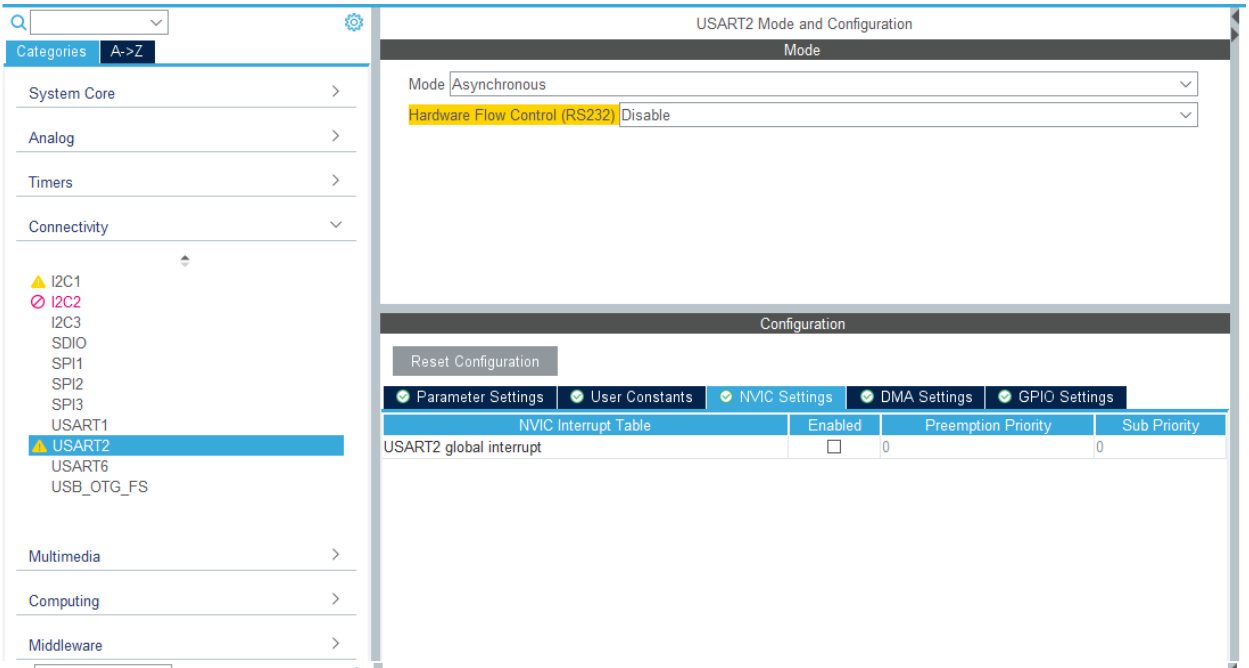


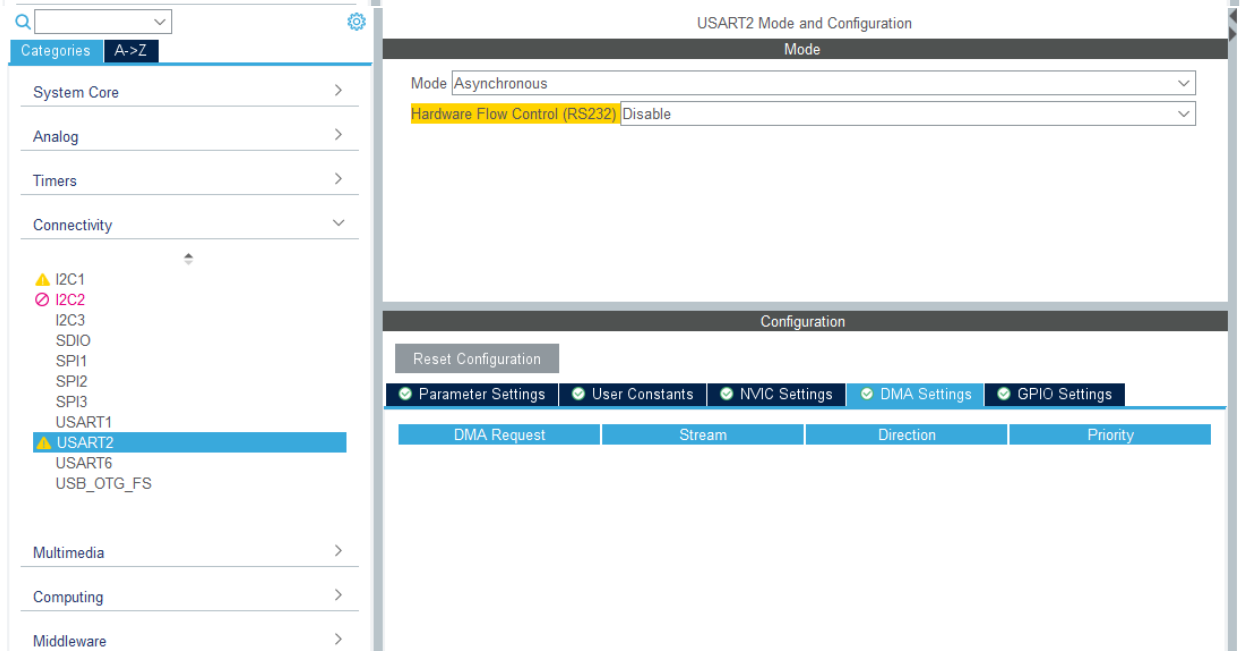

Categories
A->Z
System Core
Analog
ADC1
Timers
Connectivity
Multimedia
Computing
Middleware
ADC1 Mode and Configuration
Mode
IN0
IN1
Configuration
Reset Configuration
Parameter Settings
User Constants
NVIC Settings
DMA Settings
GPIO Settings
NVIC Interrupt Table
Enabled
Preemption Priority
Sub Priority
ADC1 global interrupt
0
0
DMA Request
Stream
Direction
Priority
Search Signals
Search (Ctrl+F)
Show only Modified Pins
Pin Name
Signal on Pin
GPIO output l...
GPIO mode
GPIO Pull-up...
Maximum ou...
User Label
Modified
PA0-WKUP
ADC1_IN0
n/a
Analog mode
No pull-up an...
n/a

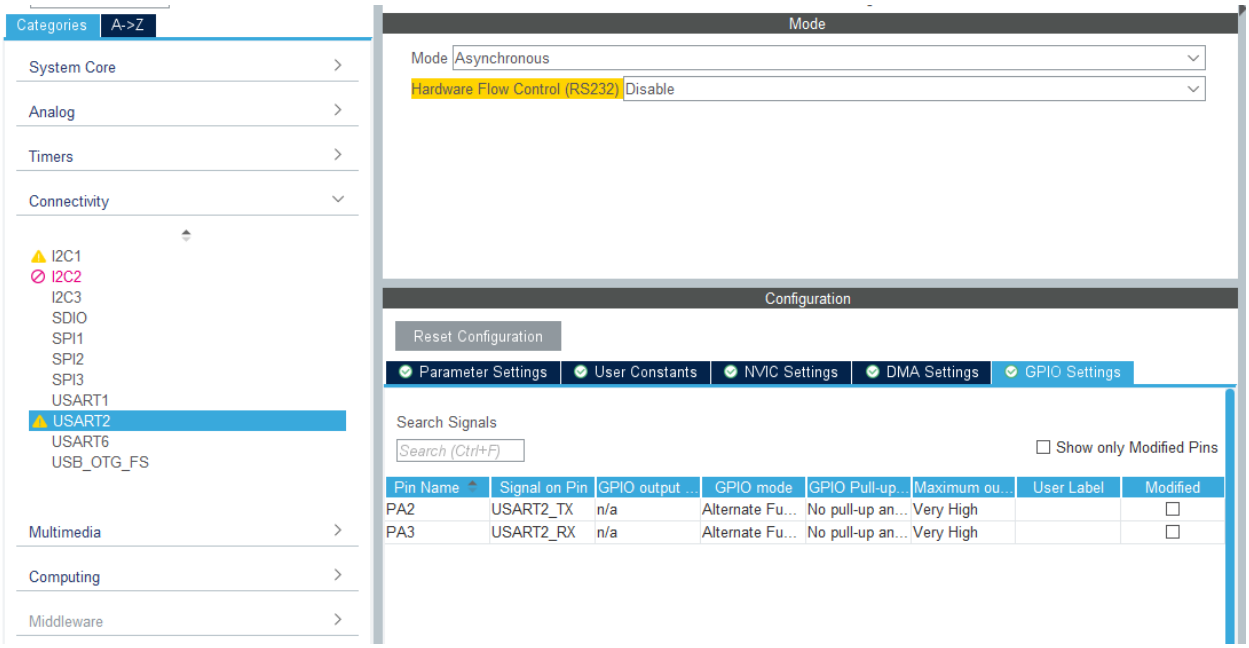
- **Connectivity:**

عکس های مربوط به این قسمت را قرار می دهیم:

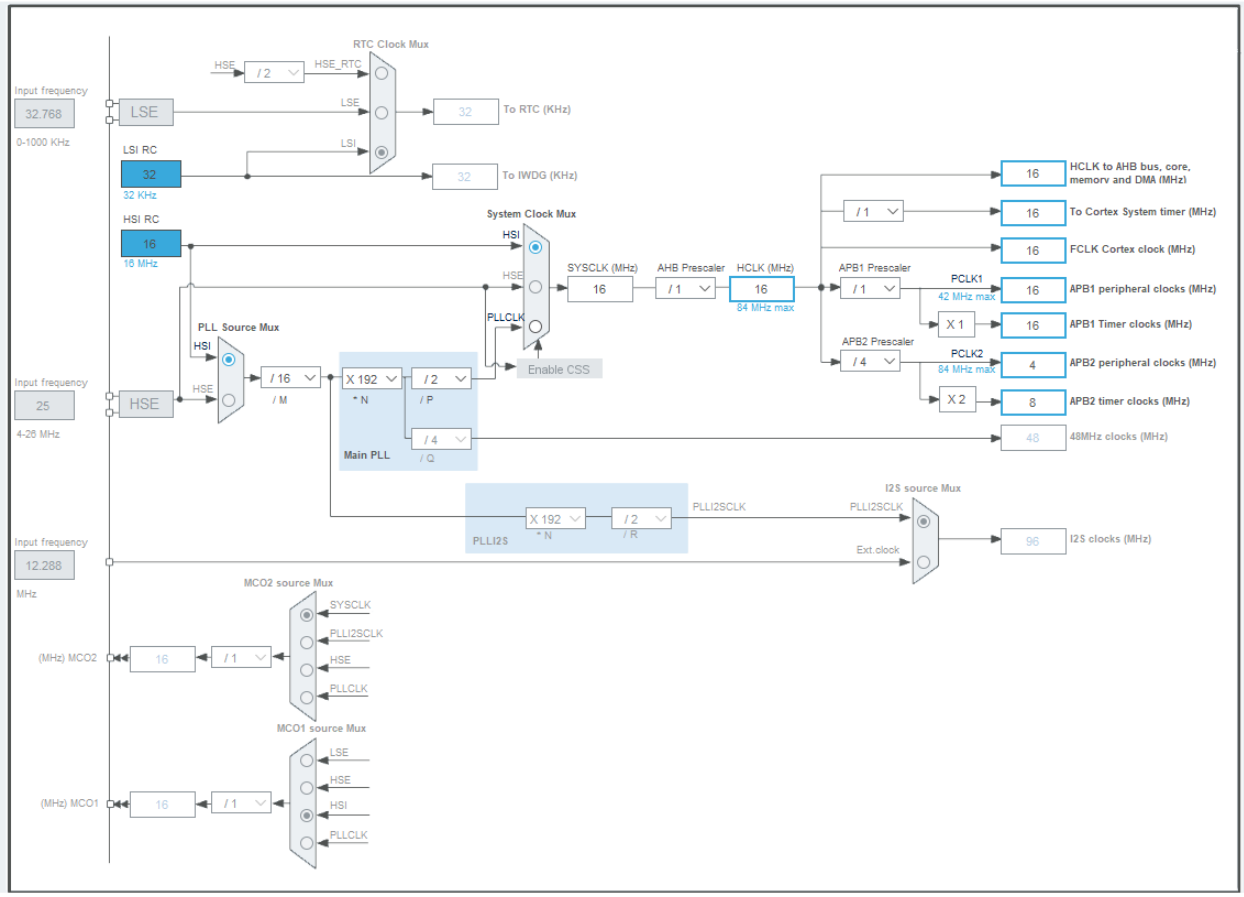



Categories
A->Z
System Core
Analog
Timers
Connectivity
I2C1
I2C2
I2C3
SDIO
SPI1
SPI2
SPI3
USART1
USART2
USART6
USB_OTG_FS
Multimedia
Computing
Middleware
USART2 Mode and Configuration
Mode
Mode
Asynchronous
Hardware Flow Control (RS232)
Disable
Configuration
Reset Configuration
Parameter Settings
User Constants
NVIC Settings
DMA Settings
GPIO Settings
NVIC Interrupt Table
Enabled
Preemption Priority
Sub Priority
USART2 global interrupt
0
0


Categories
A->Z
System Core
Analog
Timers
Connectivity
I2C1
I2C2
I2C3
SDIO
SPI1
SPI2
SPI3
USART1
USART2
USART6
USB_OTG_FS
Multimedia
Computing
Middleware
USART2 Mode and Configuration
Mode
Mode
Asynchronous
Hardware Flow Control (RS232)
Disable
Configuration
Reset Configuration
Parameter Settings
User Constants
NVIC Settings
DMA Settings
GPIO Settings
DMA Request
Stream
Direction
Priority

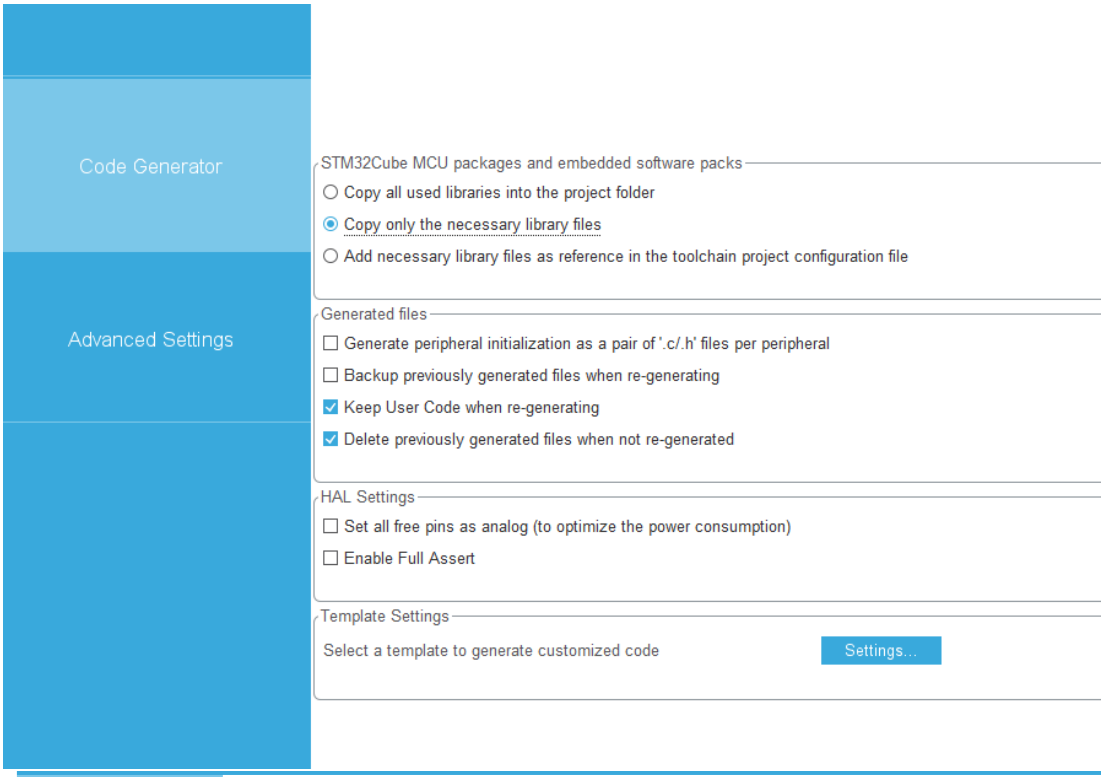

Categories
A->Z
System Core
Analog
Timers
Connectivity
I2C1
I2C2
I2C3
SDIO
SPI1
SPI2
SPI3
USART1
USART2
USART6
USB_OTG_FS
Multimedia
Computing
Middleware
Mode
Mode
Asynchronous
Hardware Flow Control (RS232)
Disable
Configuration
Reset Configuration
Parameter Settings
User Constants
NVIC Settings
DMA Settings
GPIO Settings
Search Signals
Search (Ctrl+F)
Show only Modified Pins
Pin Name
Signal on Pin
GPIO output ...
GPIO mode
GPIO Pull-up...
Maximum ou...
User Label
Modified
PA2
USART2_TX
n/a
Alternate Fu...
No pull-up an...
Very High
PA3
USART2_RX
n/a
Alternate Fu...
No pull-up an...
Very High

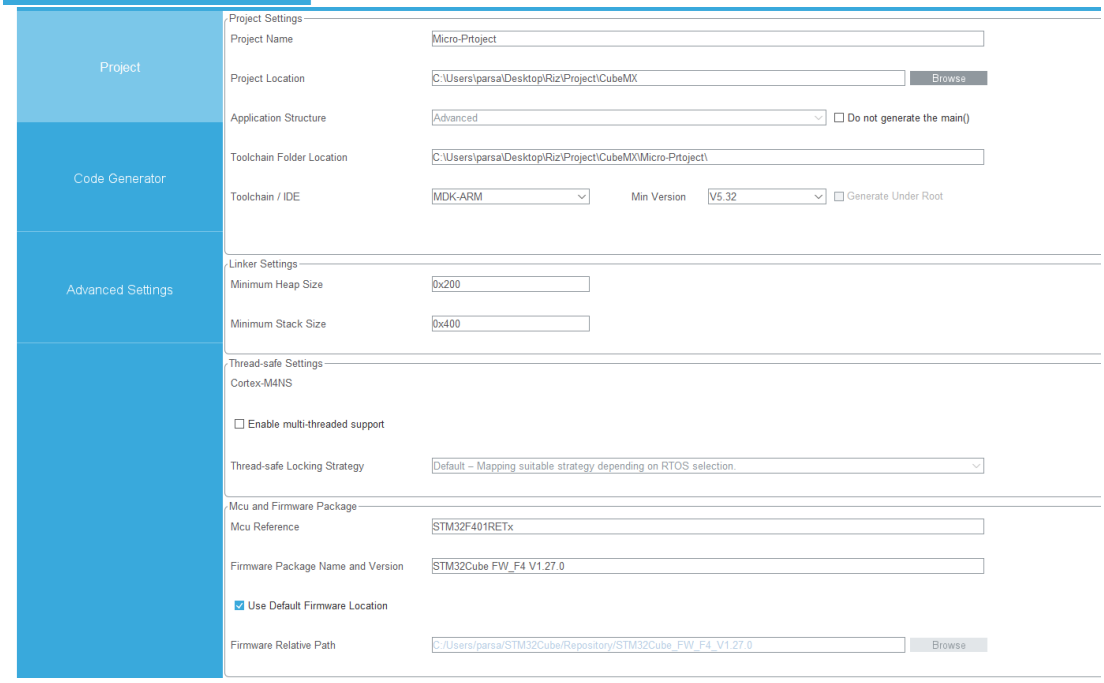
- **Clock Configuration:**

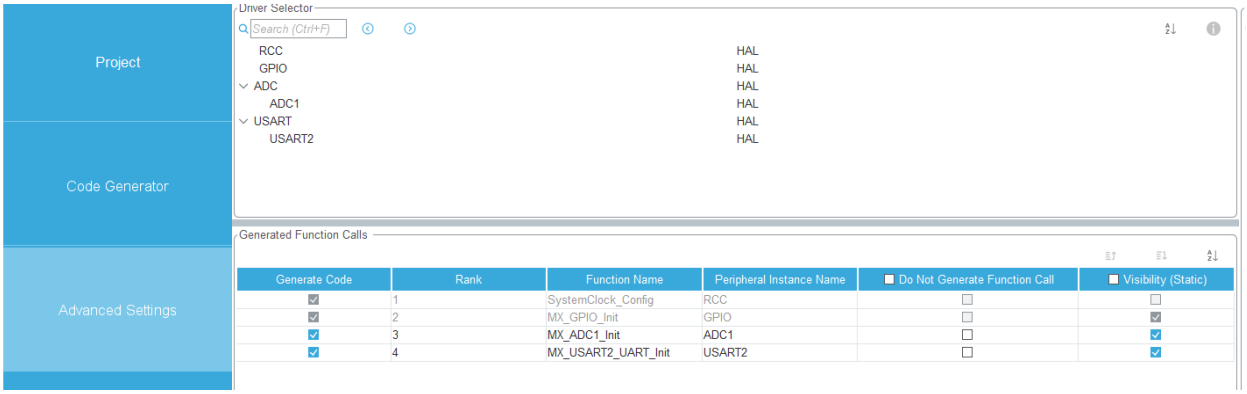


در این قسمت، با توجه به sampling rate و حساب کردن عه coefficient های مورد نظر برای الگوریتم عه گوئرتزل، باید در قسمت های APB2 Prescaler ضریب عه ¼ را اعمال می کردیم و در قسمت عه بعد، برای ضریب عه 2 را اعمال می کردیم تال بتوانیم فرکانسی حدودا معادل 8000 (در اصل ...8333.3333) ایجاد کنیم.

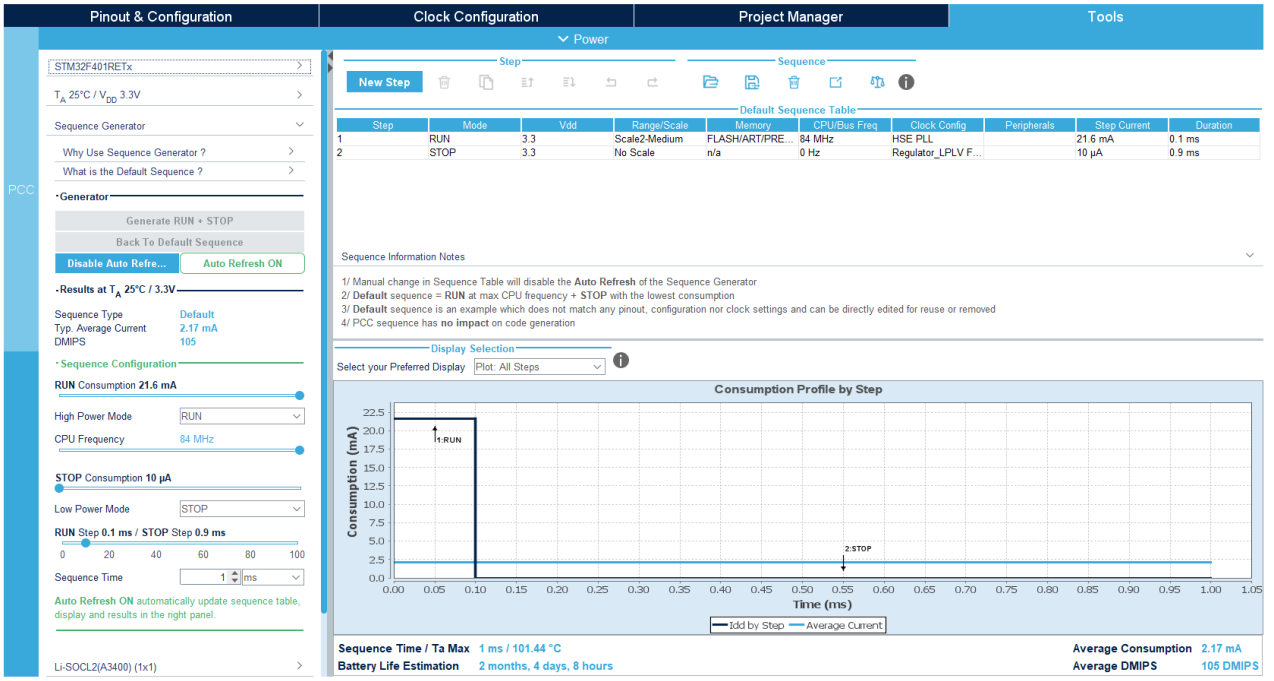
- **:Project Manager**






Project
Code Generator
Advanced Settings
Driver Selector
Search (Ctrl+F)
RCC
HAL
GPIO
HAL
ADC
HAL
ADC1
HAL
USART
HAL
USART2
HAL
Generated Function Calls
Generate Code
Rank
Function Name
Peripheral Instance Name
Do Not Generate Function Call
Visibility (Static)
1
SystemClock_Config
RCC
2
MX_GPIO_Init
GPIO
3
MX_ADC1_Init
ADC1
4
MX_USART2_UART_Init
USART2

- **Tools:**



در اینجا توضیحات مربوط به نرم افزار عه STM32CubeMX به پایان می رسد.

Keil:

در اینجا به توضیحات کد های زده شده و برخی از فرض های در نظر گرفته شده می پردازیم.

- Includes:

علاوه بر کد های تولید شده به وسیله نرم افزار عه STM32CubeMX، یک سری include هم ما در کد قرار دادیم.

```
#include <stdio.h>

#include <string.h>
```

این دو خط برای این می باشند که ما در کدمان قادر به استفاده از توابع عه string و نوشتن عه یک عدد بر روی یک string باشیم.

(عموما برای تابع هایی که برای لاگ گرفتن یا همان نمایش بر روی virtual terminal با استفاده از usart استفاده می شوند.)

- Defines:
  - **Coefficient:**

این مقادر، در اصل برای هر فرکانس، محاسبه شده فرمولی می باشند که به صورت کامنت در بالای همین قسمت اشاره شده است.
این فرمول را در قسمت زیر آورده ایم:

```
coefficient = 2 * (cos(2 * PI * (Freq / 8000.0)))
```

حاصل این فرمول را برای فرکانس های سطر و ستون و دوبرابر عه فرکانس های سطر و ستون (که این دوبرابر در هارمونی عه دوم استفاد ه می شود) حساب کرده ایم و مقدارشان را به صورت defines قرار داده ایم تا از محاسبه چند باره آنها بپرهیزیم.

  - **N یا sampling Number:**

در این قسمت، N بزرگ را تعریف کرده ایم.

این مقدار N، در اصل برابر با تعداد دفعاتی است که ما ولتاژ عه ورودی را در یک آرایه ذخیره می کنیم تا در الگوریتم عه گوئرتزل، از آن استفاده کنیم.

همانطور که در کد مشخص است، مقدار این N را برابر با 114 (این عدد با آزمون و خطا و محاسبات بسیار بدست آمد) قرار داده ایم.

  - **سون سگمنت:**

در این قسمت هایی را که مربوط به قسمت عه سون سگمنت می باشد، قرار داده ایم.

برای مثال، شماره پین a و ... و g را در این قسمت قرار داده ایم تا در ادامه در صورت نیاز از آن ها استفاده کنیم. (البته در ادامه از آن ها استفاده ای نشد)

- **Mask ها :**

در این قسمت، Mask ها را تعریف کرده ایم تا در صورت نیاز، اعداد موردنیاز را برایمان ایجاد کنند.(البته در ادامه از این قسمت نیز استفاده نشد)

- **End Line:**

در این قسمت، string ای را تعریف کرده ایم که با آن می توان دستور عه رفتن به خط بعد را به virtual terminal داد.

- Variables ها:
  - **Samples:**

در این قسمت، ولتاژ های ورودی عه نمونه برداری شده را ذخیره و نگهداری می کنیم. پس این متغییر در اصل یک آرایه ای به طول n (که مقدار N را برابر با 114 قرار داده ایم) می باشد و در ادامه داخل آن ولتاژ های ورودی را ذخیره می کنیم.

- **seven_segment:**

در این قسمت، به ازای هر کاراکتر، هر کدام از پین های متصل به سون سگمنت باید مقدار خاصی را در یافت کنند، در این آرایه عه دو بعدی، آن مقدار ها را (اگر مثلا کاراکتر عه تشخیص داده شده، در سطر اول و ستون دوم باشد، مقدار متناظر آن در این آرایه برای سون سگمنت، در ایندکس عه [1][0] قرار دارد) به output data register عه GPIOB ،assign می کنیم.

پس این متغییر یک آرایه عه دو بعدی عه 4 در 4 می باشد.

اما مقدار عنصر های هر ایندکس آرایه و پر شدنشان در جدول زیر مشخص می باشد:

کاراکتر	a	b	c	d	e	f	g	عدد به باینری	عدد به هگز
0	1	1	1	1	1	1	0	011 1111	0x3F
1	0	1	1	0	0	0	0	000 0110	0x6
2	1	1	0	1	1	0	1	101 1011	0x5B
3	1	1	1	1	0	0	1	100 1111	0x4F
4	0	1	1	0	0	1	1	110 0110	0x66
5	1	0	1	1	0	1	1	110 1101	0x6D
6	1	0	1	1	1	1	1	111 1101	0x7D
7	1	1	1	0	0	0	0	000 0111	0x07
8	1	1	1	1	1	1	1	111 1111	0x7F
9	1	1	1	1	0	1	1	110 1111	0x6F
A	1	1	1	0	1	1	1	111 0111	0x77
B	0	0	1	1	1	1	1	111 1100	0x7C
C	0	0	0	1	1	0	1	101 1000	0x58
D	0	1	1	1	1	0	1	101 1110	0x5E
#	0	0	1	1	1	0	1	101 1100	0x5C
*	0	1	1	0	1	1	1	111 0110	0x76

- Functions:
  - **PrintString:**

در این تابع، صرفا یک String ورودی را با توجه به کانال USART و تابع هایی که STM32 در اختیارمان قرار داده، چاپ می کنیم.

  - **PrintNumber:**

در این تابع، صرفا یک عدد را دریافت می کنیم، سپس آن را با توجه به کتابخانه هایی که در ابتدای کد include کرده بودیم، به string تبدیل می کنیم و سپس آن را با توجه به تابعی که STM32 در اختیارمان قرار داده، چاپ می کنیم.

  - **Read_ADC_OSC:**

از این تابع، برای خواندن که ولتاژ ورودی استفاده می کنیم.

  - **GetAudioVoltage:**

از این تابع، برای گرفتن عه (خواندن) تعداد N تا از ورودی عه آنالوگ و تبدیل آن به ولتاژ عه ورودی و ذخیره کردنشان در آرایه samples استفاده می شود.

در حالت عادی، ما باید، صرفا برای بدست آوردن عه ولتاژ ورودی، عددی که میکوکنترولر به ما می دهد را تقسیم بر 4095 و ضربدر 5 (ولتاژ منبع) می کردیم تا حاصل بدست بیاید، اما در اینجا، عددی که میکرو به ما می دهد، بین 1401 تا 1718 می باشد. برای همین، ابتدا عددی که میکرو به ما می دهد را منهای 1401 می کنیم و سپس آن را تقسیم بر بازه کل اعداد (317 = 1401 – 1718) می کنیم.

  - **GortzelAlgorithem:**

در این تابع، ابتدا coefficient عه محاسبه شده برای سیگنال را به عنوان عه ورودی دریافت می کنیم و سپس با توجه به فرمول های موجود برای الگوریتم عه گوئرتزل، آن را محاسبه می کنیم و سپس خروجی را برای ورودی متناظر باز می گردانیم.

  - **FindTone:**

در این تابع، ابتدا مقدار خروجی عه الگوریتم عه گوئرتزل را برای هر یک از فرکانس ها (در اصل با توجه به توضیحات داده شده، برای coefficient عه محاسبه شده برای هر فرکانس) محاسبه می کنیم و سطر و ستونی که بیشترین مقدار را داشته باشد و پیدا میکنیم.

در همین هنگام این شرط را که مقدار این سطر و ستون از مینیمم مقدار ای که باید باشد تا اصلا خروجی برای سیگنال معتبر به حساب بیاید، بیشتر باشد، بیشتر است یا خیر، اگر بیشتر نباشد، اجرای تابع تمام می شود و در ترمینال عبارت عه : "Under The Min." را چاپ می کنیم.

اما اگر از مینیمم مقدار بیشتر بود، سپس مقدار عه خحروجی عه الگوریتم عه گوئرتزل را برای دوبرابر سیگنال ها (هارمونی دوم) محاسبه می کنیم و شرط هارمونی دوم را چک میکنیم.

سپس اگر جواب معتبر بود، مقدار عه سطر و ستون را چاپ می کنیم و همینطور مقدار عه output data register عه GPIOB را هم برابر با ایندکس متناظر عه آرایه دوبعدی عه seven_segment قرار می دهیم تا کاراکتر مورد نظر در سون سگمنت چاپ شود.

- تابع main:

در تابع main هم ابتدا قبل از while(1) ، با چاپ کاراکتر هایی بر روی ترمینال، یک دیلی ایجاد می کنیم (تایمینگ ها به شدت حساس می باشد و با ذره ای عوض کردن کد، احتمال دارد تایمینگ بهم بریزد) سپس هر سری ابتدا مقدار عه آرایه عه samples را پر می کنیم و سپس تابع FindTone را صدا می زنیم، سپس 220 (این عدد با آزمون و خطا های بسیار زیاد بدست آمد) میلی ثانیه، تاخیر ایجاد می کنیم.