



TEMA 3: ENTORNO DE TRABAJO

Sistemas Digitales basados en Microprocesador
Grado en Ingeniería Telemática

© Raúl Sánchez Reillo

1



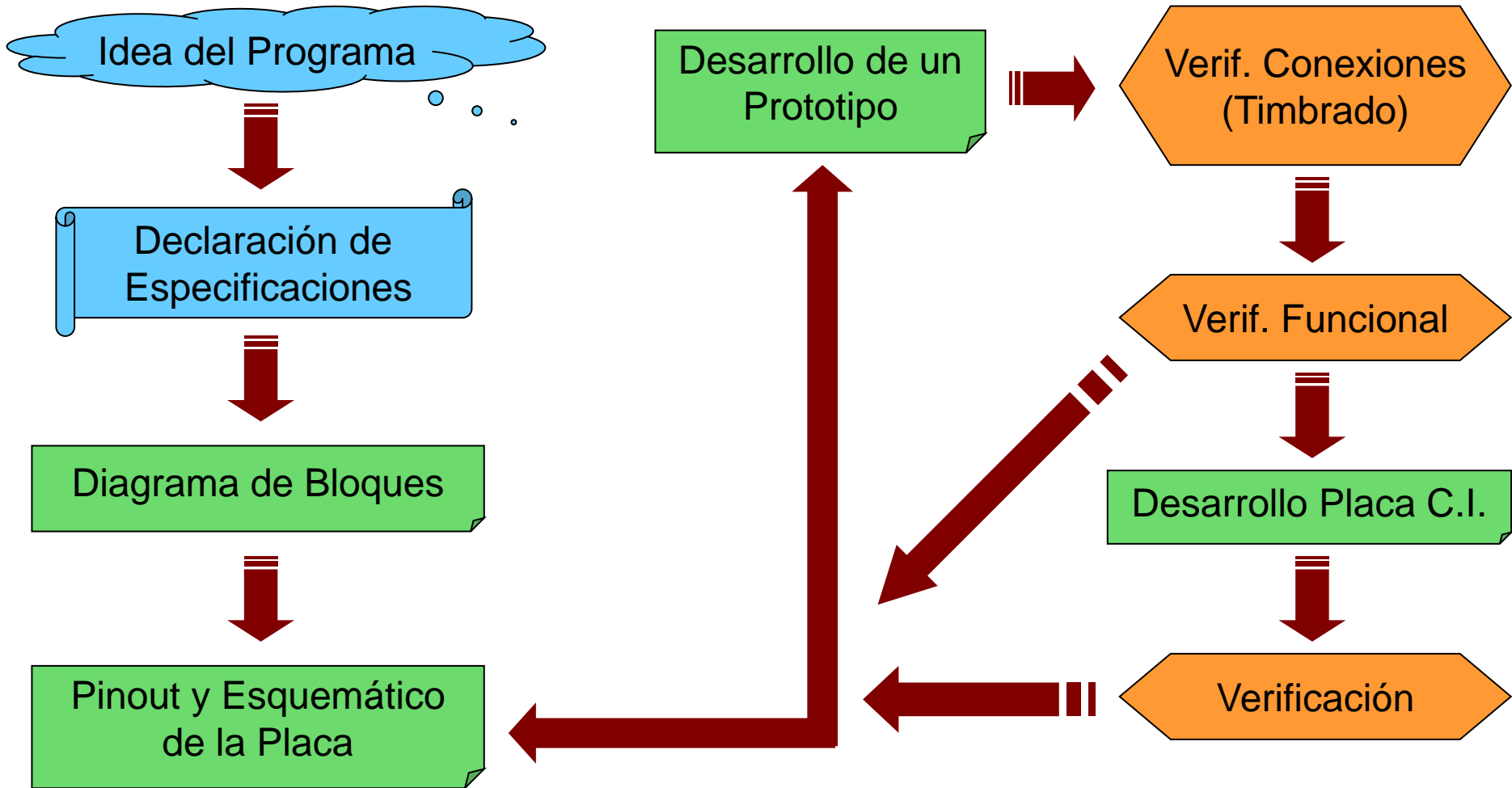


ÍNDICE

- Ciclo de Desarrollo
- Diagramas de Flujo
- La placa de Desarrollo STM32L-DISCOVERY
- El entorno de trabajo μ Vision5
 - Instalación de μ Vision5
 - Pasos para la creación de un proyecto en μ Vision5
 - Pasos para la depuración de un proyecto
- Ejercicios

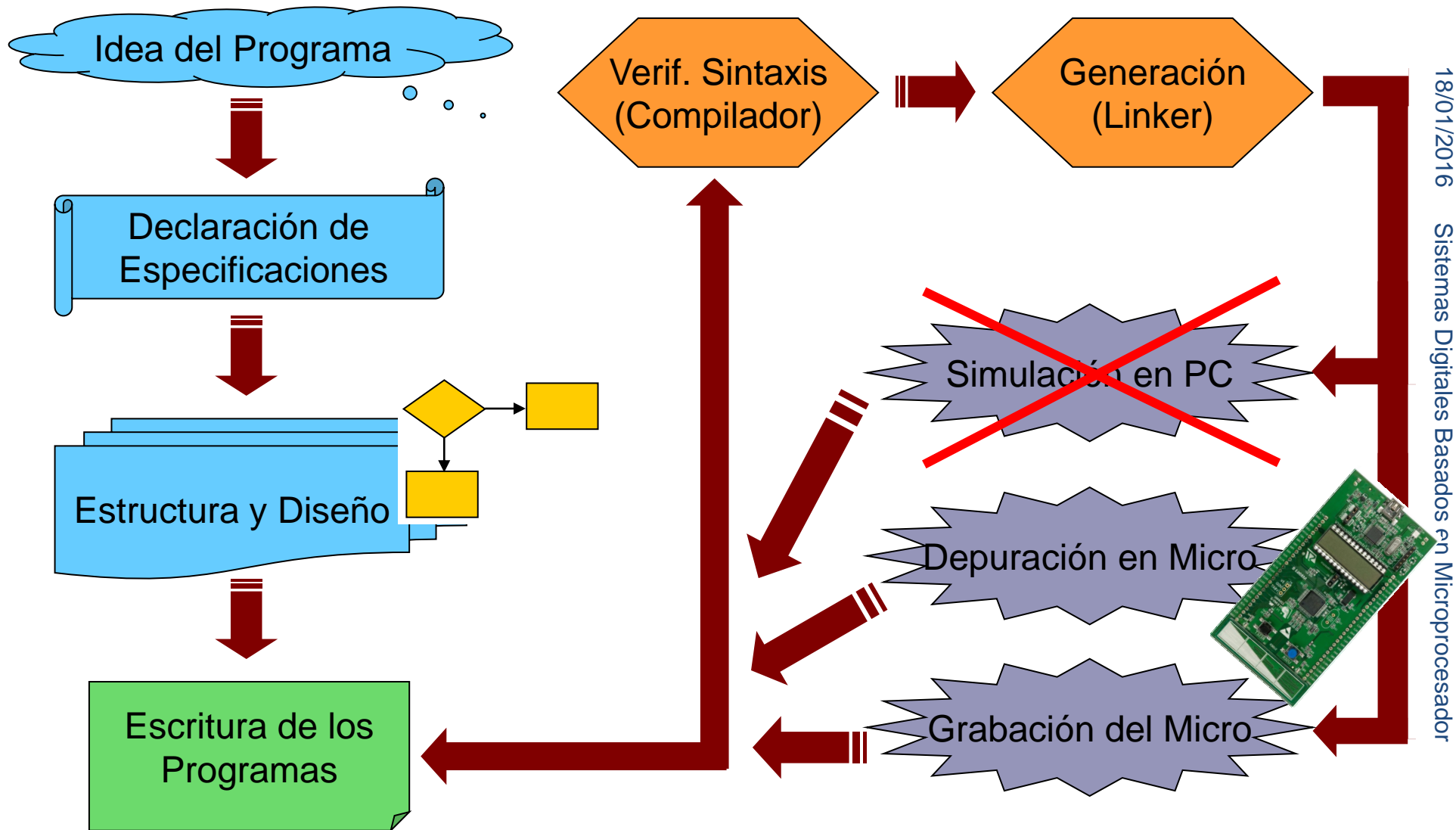


CICLO DE DESARROLLO HARDWARE





CICLO DE DESARROLLO SOFTWARE





ENTORNO DE TRABAJO: DIAGRAMAS DE FLUJO

5



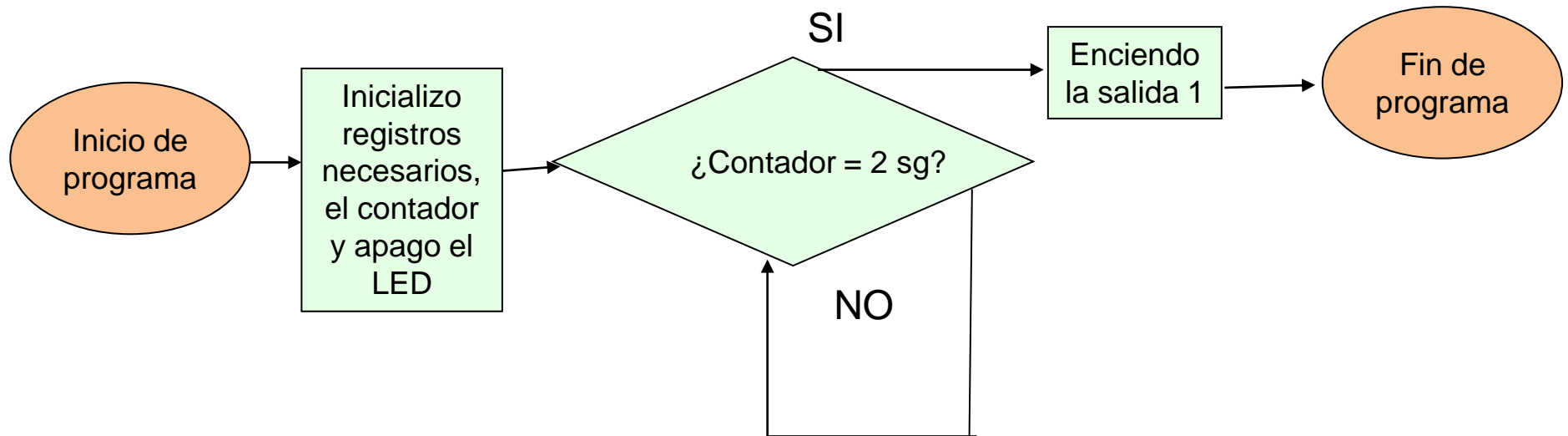
DIAGRAMAS DE FLUJO

- Son representaciones del funcionamiento de un programa
 - De forma genérica – independiente de la arquitectura
 - Nunca pueden contener referencias a registros de la arquitectura utilizada, ni a instrucciones de la CPU
 - Que muestran la solución al problema planteado
 - Que tienen que servir de guía, tanto al programador como a los posibles programadores que tengan que tocar ese programa
- Se pueden escribir a distintos niveles de detalle/abstracción
 - El nivel de detalle que debe ser utilizado dependerá de la situación
- Tradicionalmente se utilizarán sólo los símbolos sencillos:
 - Elipse o círculo, para indicar una etiqueta
 - Rectángulo, para indicar un proceso
 - Rombo, para indicar una decisión



DIAGRAMAS DE FLUJO: EJEMPLO

Programa que espera 2 segundos para encender un LED en la salida digital PA1 del micro y luego la deja encendida para siempre



ENTORNO DE TRABAJO: LA PLACA DE DESARROLLO STM32L- DISCOVERY

8



STM32L-DISCOVERY

STM32L ultralow power discovery board

Data brief

Features

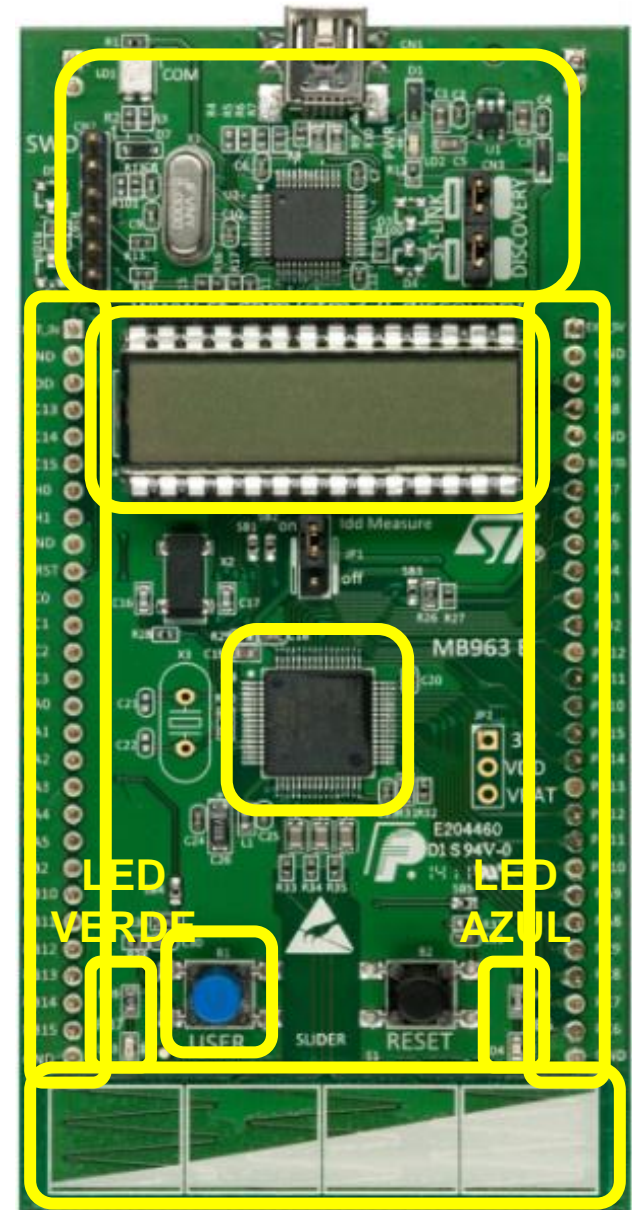
- STM32L152RBT6 microcontroller featuring 128 KB Flash, 16 KB RAM, 4 KB EEPROM, in an LQFP64 package
- On-board ST-Link/V2 with selection mode switch to use the kit as a standalone ST-Link/V2 (with SWD connector for programming and debugging)
- Board power supply: through USB bus or from an external 3.3 or 5 V supply voltage
- External application power supply: 3 V and 5 V
- I_{DD} current measurement
- LCD
 - DIP28 package
 - 24 segments, 4 commons
- Four LEDs:
 - LD1 (red/green) for USB communication
 - LD2 (red) for 3.3 V power on
 - Two user LEDs, LD3 (green) and LD4 (blue)
- Two pushbuttons (user and reset)
- One linear touch sensor or four touchkeys
- Extension header for LQFP64 I/Os for quick connection to prototyping board and easy probing





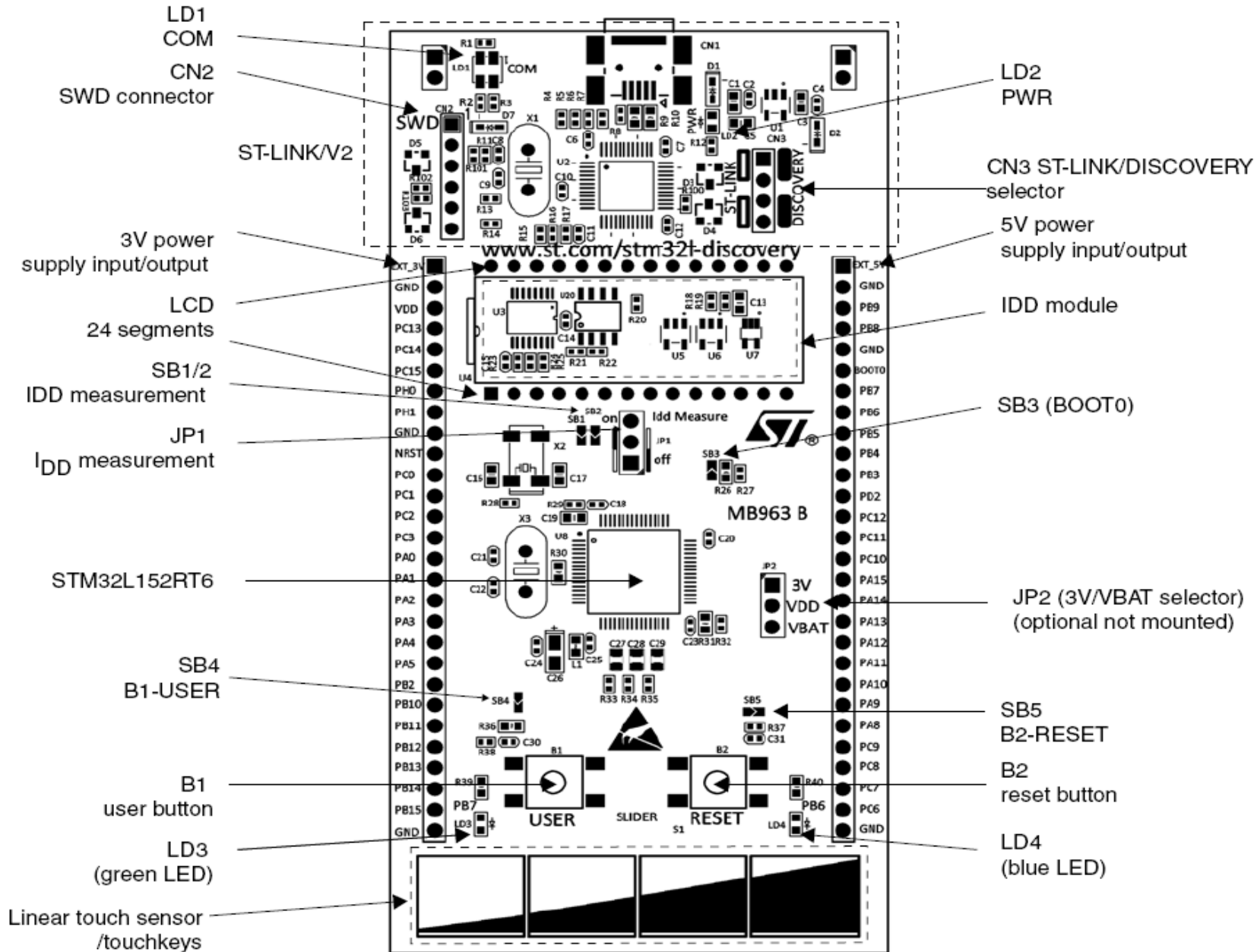
STM32L-DISCOVERY

- La placa de desarrollo tiene las siguientes funcionalidades:
 - Microcontrolador STM32L152RB
 - Interfaz de depuración ST-LINK/V2 incluido (conectado al ordenador a través de Mini-USB)
 - Una pantalla LCD de 24 segmentos y 4 comunes
 - 4 LEDs
 - 2 de ellos programables por el usuario (LED_VERDE, LED AZUL)
 - Un sensor táctil lineal, con posibilidad de ser utilizado como 4 teclas individuales
 - Botón programable por el usuario (USER)
 - 2 Puertos de expansión a placa adicional (P1 y P2)





D. DE BLOQUES Y LAYOUT





D. DE BLOQUES Y LAYOUT

Mini
USB

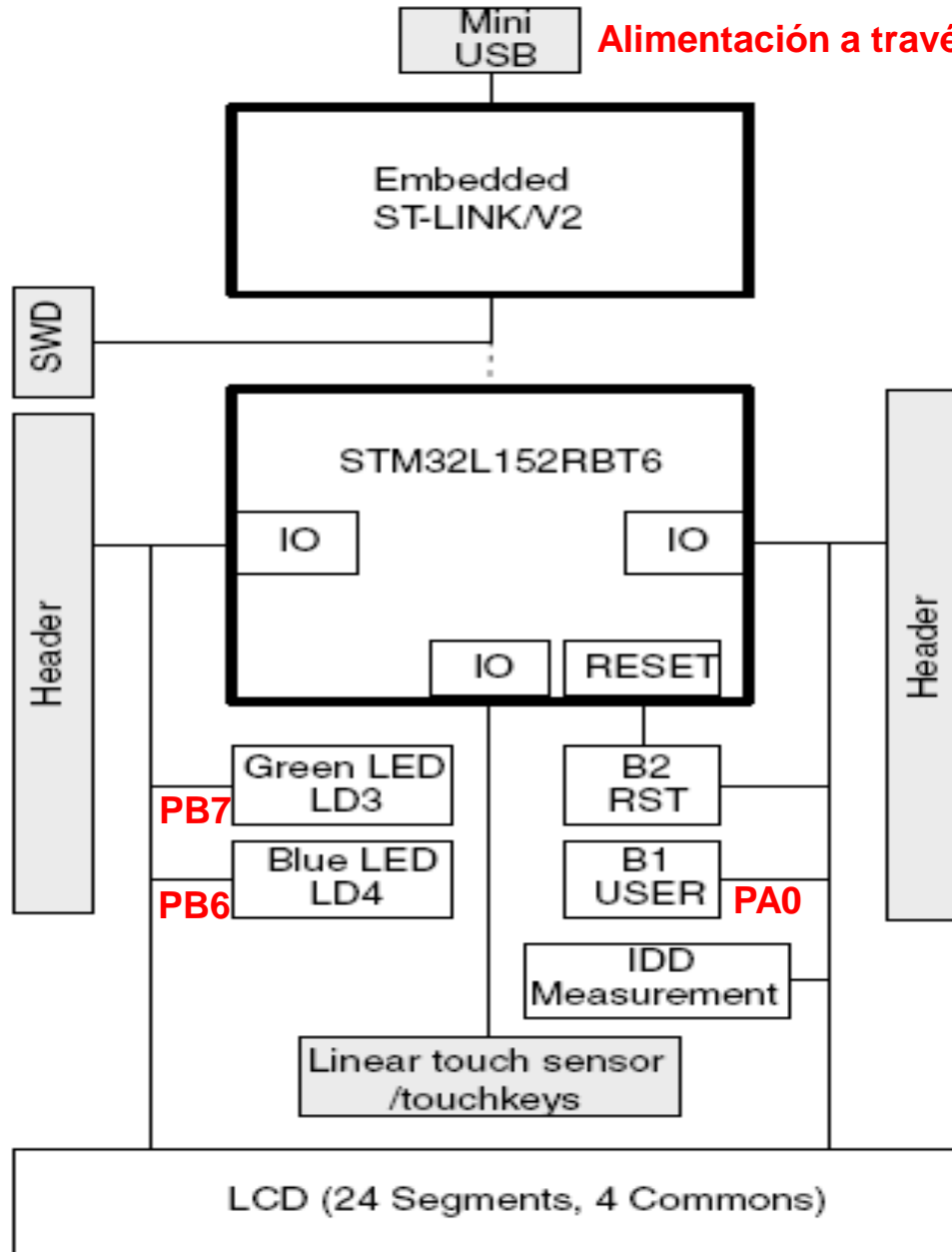
Alimentación a través del USB

PUERTO P1:

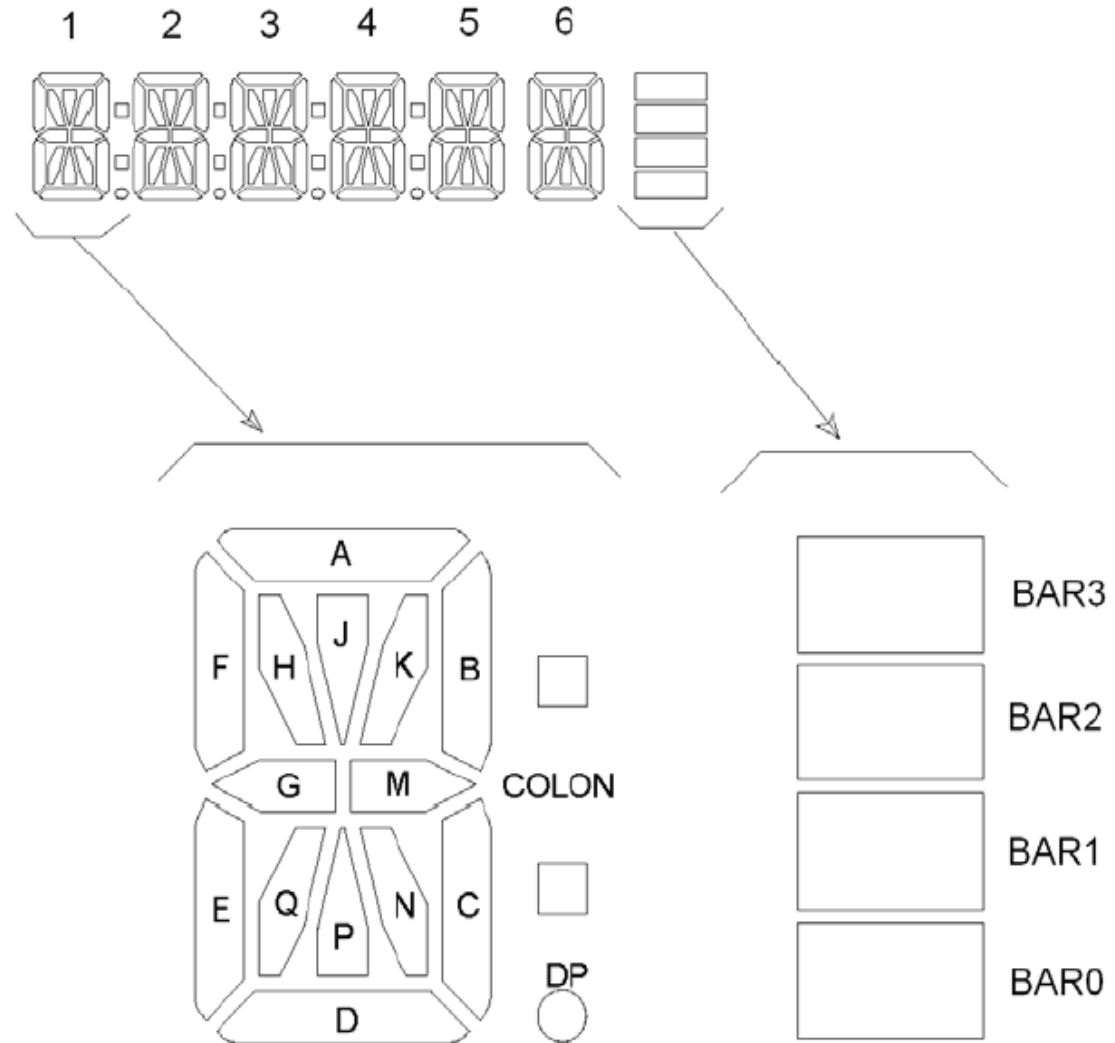
04 – PC13
15 – PA0
ADC_IN0
TIM2_CH1_ETR
19 – PA4
ADC_IN4
DAC_OUT1
20 – PA5
SPI1_SCK
ADC_IN5
DAC_OUT2
TIM2_CH1_ETR

PUERTO P2:

07 – PB7
I2C1_SDA
TIM4_CH2
USART1_RX
08 – PB6
I2C1_SCL
TIM4_CH1
USART1_TX
12 – PD2
TIM3_ETR
13 – PC12
19 – PA12
USBDP
SPI1_MOSI
20 – PA11
USBDM
SPI1_MISO



- Display LCD de 6 caracteres con 2 formatos de visualización seleccionables:
 - caracteres de 8 o
 - caracteres de 14 segmentos
- Escala de barras en la parte derecha.



PRÉSTAMO DE LA PLACA DE DESARROLLO

- Durante el curso, se va a permitir el préstamo personal de:
 - La Placa de Desarrollo STM32L-Discovery
- El préstamo se hace con la condición de que el material se devuelva antes del examen en perfecto estado
 - De no ser así, el alumno no será evaluado en la asignatura
- Para obtener el material:
 - Imprimir, rellenar y firmar **TRES** copias del formulario de préstamo del material. El formulario se encuentra en Aula Global.
 - Entregar al coordinador de la asignatura el formulario, para que lo firme y se quede con una copia.
 - Acercarse al despacho 1.1.I.04 o 1.1.I.03 para entregar la autorización firmada por el profesor, y recoger el material.
- El material se devolverá en los mismos despachos, entregándolo con el formulario de devolución



ENTORNO DE TRABAJO: KEIL UVISION 5

15



CONCEPTOS FUNDAMENTALES

- El entorno de desarrollo se basa en el concepto de **proyecto**, en el que se incluyen los ficheros (.s y .c) y bibliotecas a compilar, para obtener el programa definitivo
- El programa se puede descargar directamente en la placa de desarrollo a través de la opción de **Debug**.
- La depuración se puede hacer paso a paso, consultar variables, registros, etc.
- Para simplificar el uso del sistema, especialmente en las primeras prácticas, se ha creado una biblioteca (**Biblioteca_SDM.lib**) que facilita:
 - La configuración del reloj del sistema (SYSCLOCK) y sus derivados.
 - La inicialización del LCD y sus pines.
 - El uso del LCD.

INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

17



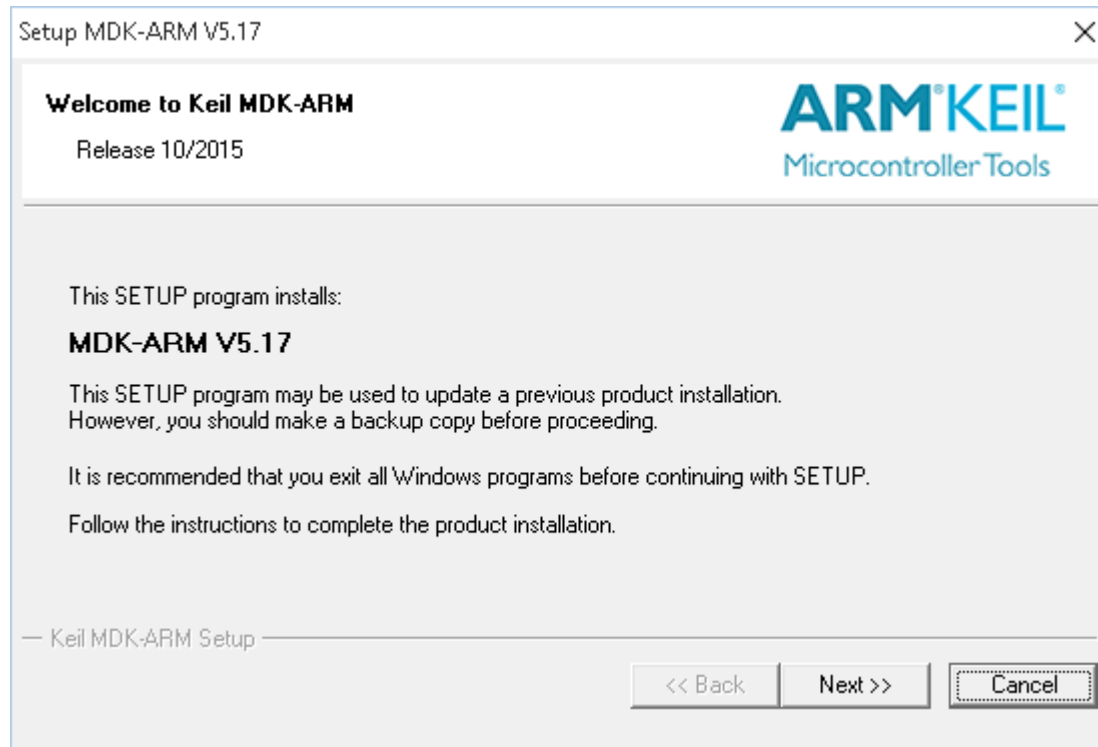
INSTALACIÓN

- El programa de instalación se puede descargar:
 - Directamente de la página de Keil (<https://www.keil.com/arm/demo/eval/arm.htm>) rellenando el formulario y descargando en MDK
 - Desde Aula Global , donde se encuentra el programa comprimido en 4 ficheros .rar, que una vez descomprimidos, generan un fichero .exe que es el programa de instalación.
- Ejecutando el mdk522.exe (o equivalente, ya que los números pueden cambiar, al cambiar la versión) se arranca el instalador del μ Vision :
 - Es preferible instalar el programa con la placa ya conectada, para que así se instale el driver de la placa
 - Si no se hace así, se puede instalar posteriormente el driver
 - De a todas las pantallas sobre Next, introduciendo la información solicitada
 - Si no sabe que poner en alguna opción, déjela en su valor por defecto.
 - Al finalizar la instalación del μ Vision, se solicitará la instalación de los drivers tipo ULINK, ST-Link, etc.
 - Aceptar todo el proceso
- En algunos ordenadores o cuando se haya instalado el μ Vision sin tener la placa conectada, hay que instalar a mano el driver. Para ello:
 - Vaya a la página <http://www.st.com/internet/evalboard/product/251168.jsp> y pulse en la pestaña “Design Support”.
 - Seleccione para descargar el “ST-LINK/V2 USB driver for Windows 7, Vista and XP”
 - Descárguelo (también se puede hacer esta escarga desde Aula Global), descomprímalo y ejecútelo aceptando todas las opciones (incluso las preguntas de seguridad que impone el Windows)
 - Si sigue dando problemas, desenchufe el cable USB, espere unos segundos, y vuelva a enchufarlo.
 - Pruebe en distintos puertos USB
 - Si tenía una instalación anterior que no funcionaba, tendrá que ir, con la placa conectada, al Administrador de Dispositivos, y borrar el controlador que da fallos (el que salga con un símbolo de exclamación).



INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

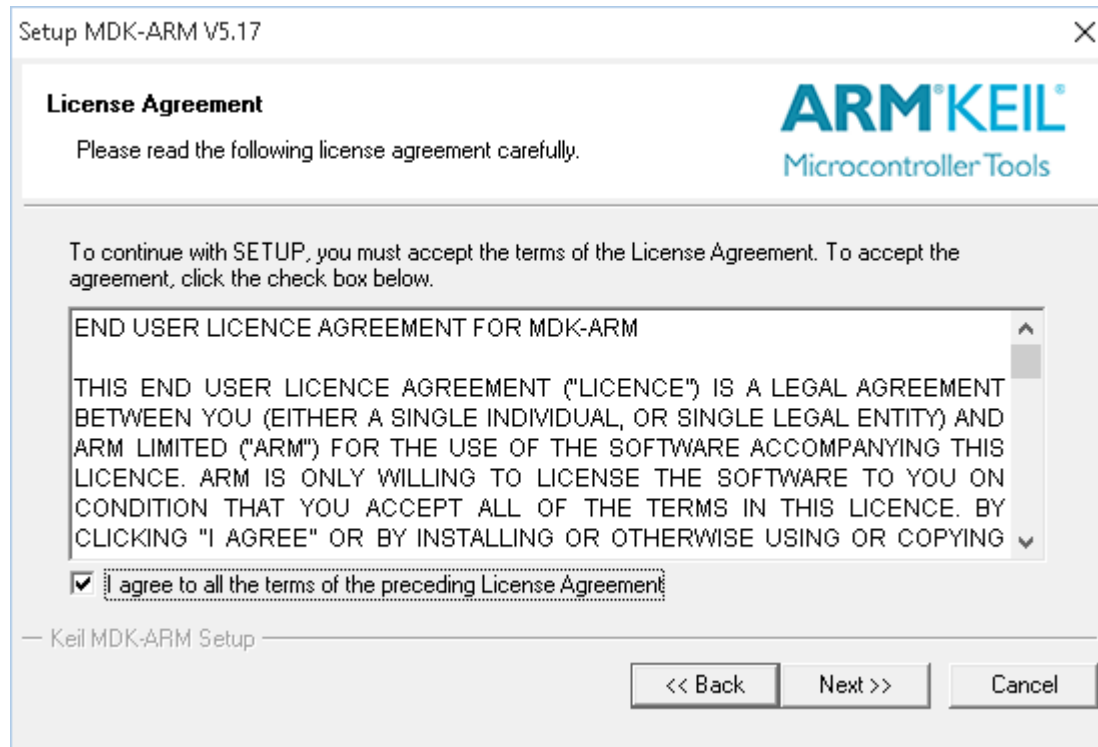
- Ejecute el programa mdk522.exe (o la versión actual existente)





INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

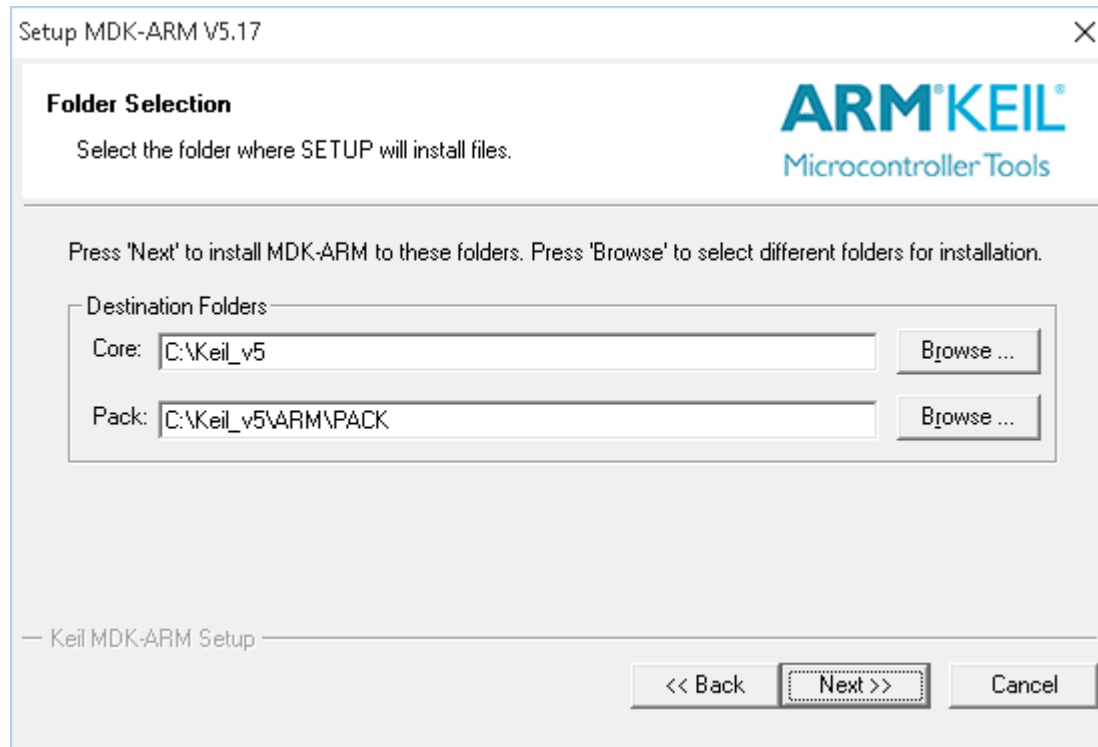
- Acepte las condiciones de la licencia





INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

- Seleccione el lugar para la instalación, o acepte la ubicación por defecto





INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

- Introduzca sus datos

Setup MDK-ARM V5.17

Customer Information

Please enter your information.

ARM KEIL
Microcontroller Tools

Please enter your name, the name of the company for whom you work and your E-mail address.

First Name:

Last Name:

Company Name:

E-mail:

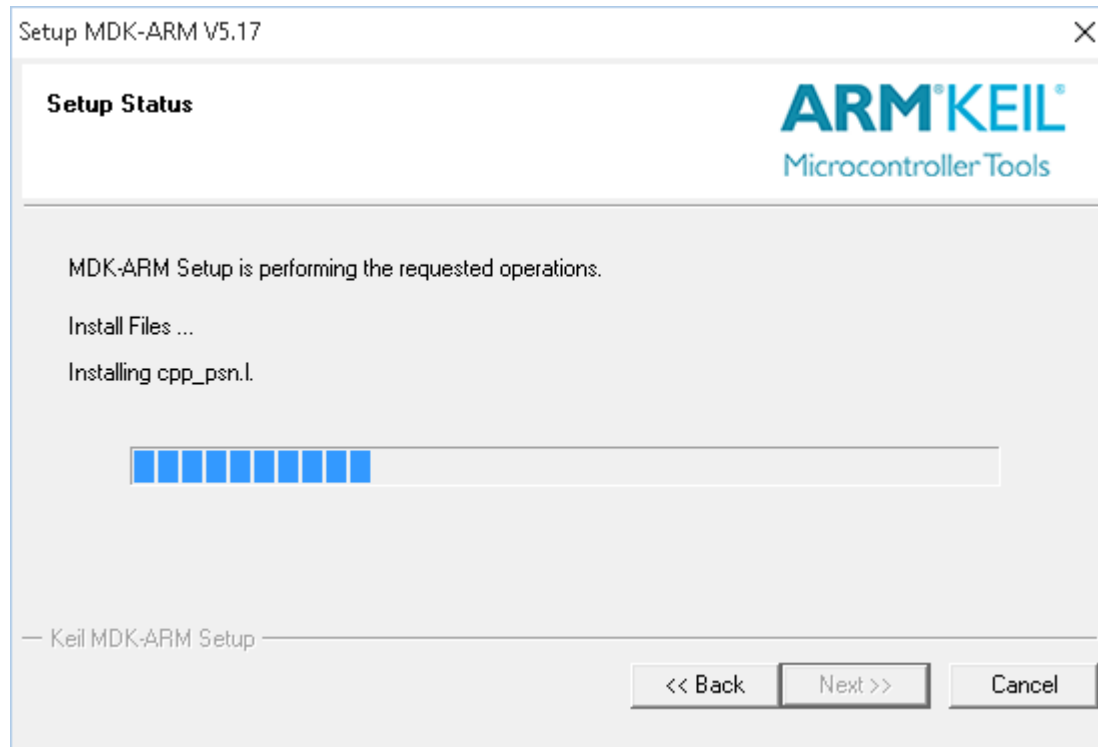
— Keil MDK-ARM Setup —

<< Back Next >> Cancel



INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

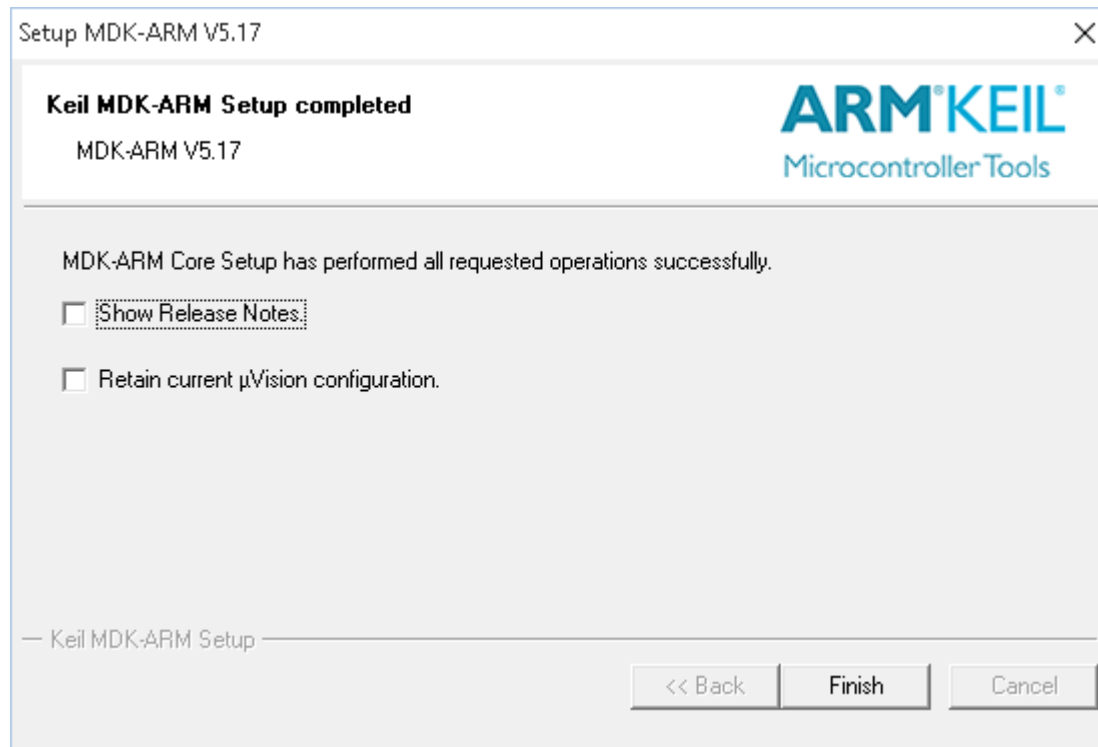
- Espere a que se instale la aplicación





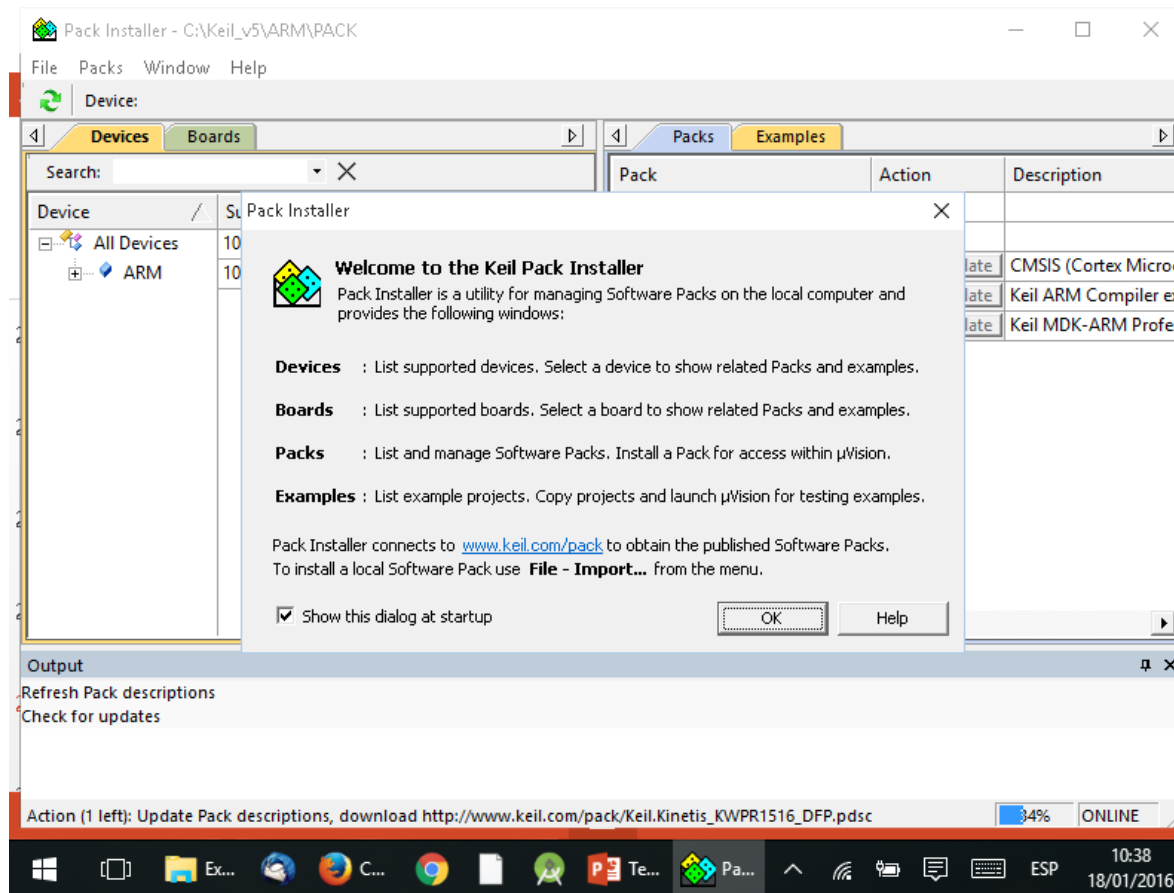
INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

- Una vez finalizada la instalación le puede solicitar ver las Release Notes y usar (o no) la configuración anterior (si tenía ya una versión anterior instalada).



INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

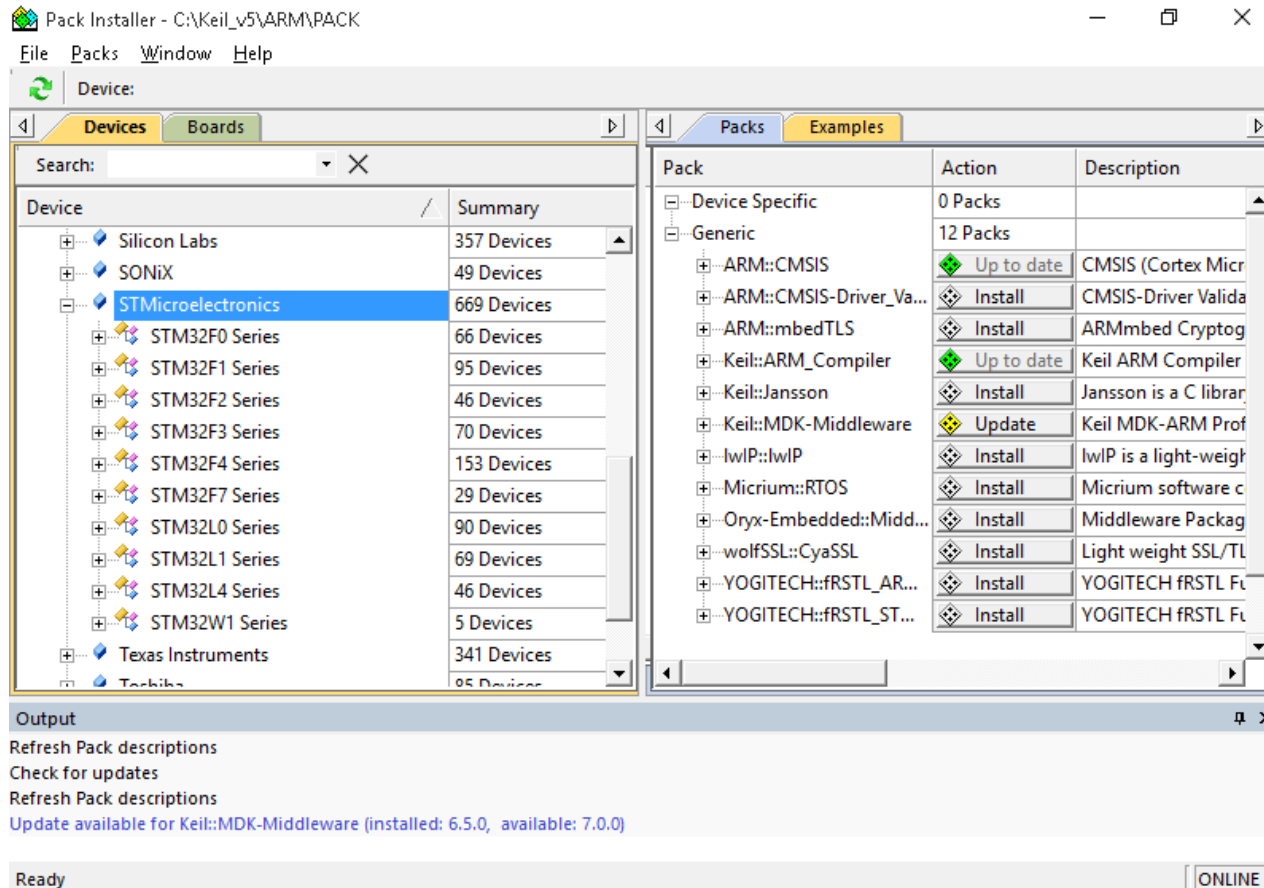
- Una vez instalado el uVision, se le solicitará que instale los paquetes necesarios
 - uVision es una plataforma de desarrollo que contempla multitud de procesadores, por lo que instalar todo puede ser excesivo.





INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

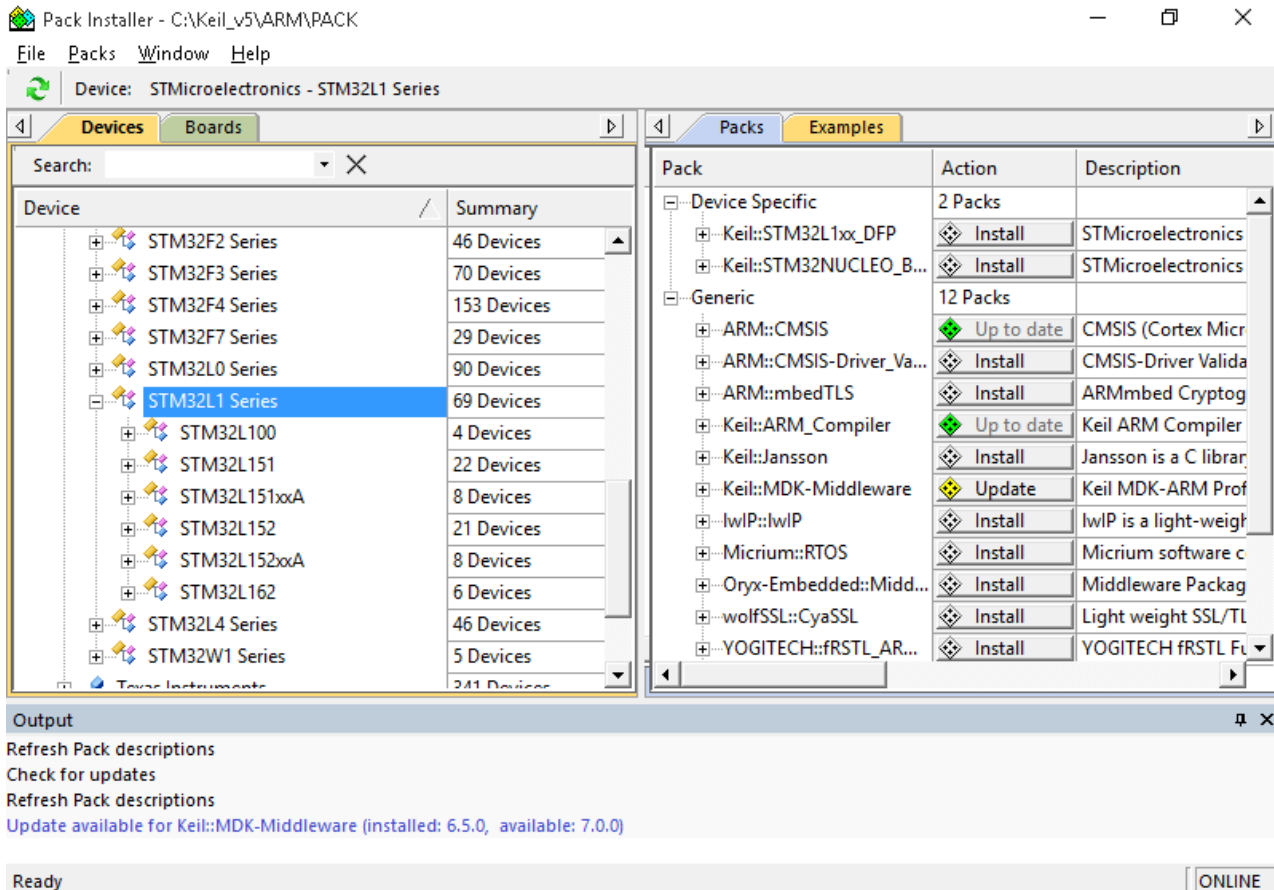
- Localice (en la pestaña Devices) la familia de STMicroelectronics





INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

- Navegue por el árbol de dispositivos hasta encontrar el STM32L1 Series
- Seleccione esa opción y pulse “Install” o “Update” en cada uno de los botones que aparecen en la ventana de la derecha
- Esto hará que se conecte a internet para bajarse las últimas versiones



Pack Installer - C:\Keil_v5\ARM\PACK

File Packs Window Help

Device: STMicroelectronics - STM32L1 Series

Devices Boards

Search: X

Device	Summary
STM32F2 Series	46 Devices
STM32F3 Series	70 Devices
STM32F4 Series	153 Devices
STM32F7 Series	29 Devices
STM32L0 Series	90 Devices
STM32L1 Series	69 Devices
STM32L100	4 Devices
STM32L151	22 Devices
STM32L151xxA	8 Devices
STM32L152	21 Devices
STM32L152xxA	8 Devices
STM32L162	6 Devices
STM32L4 Series	46 Devices
STM32W1 Series	5 Devices
Texas Instruments	241 Devices

Packs Examples

Pack	Action	Description
Device Specific	2 Packs	
Keil::STM32L1xx_DFP	Install	STMicroelectronics
Keil::STM32NUCLEO_B...	Install	STMicroelectronics
Generic	12 Packs	
ARM::CMSIS	Up to date	CMSIS (Cortex Micr
ARM::CMSIS-Driver_Va...	Install	CMSIS-Driver Valida
ARM::mbedTLS	Install	ARMmbed Cryptog
Keil::ARM_Compiler	Up to date	Keil ARM Compiler
Keil::Jansson	Install	Jansson is a C librar
Keil::MDK-Middleware	Update	Keil MDK-ARM Prof
lwIP::lwIP	Install	lwIP is a light-weight
Micrium::RTOS	Install	Micrium software c
Oryx-Embedded::Midd...	Install	Middleware Packag
wolfSSL::CyaSSL	Install	Light weight SSL/TL
-YOGITECH::FRSTL_AR...	Install	YOGITECH FRSTL Fu

Output

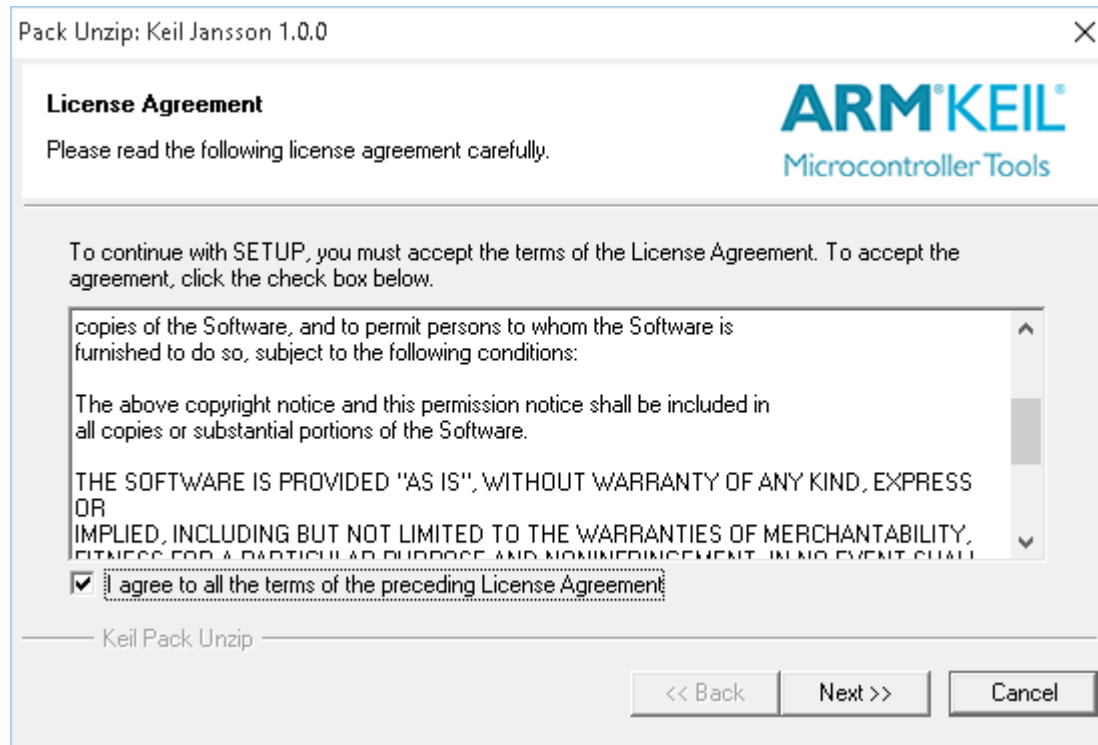
Refresh Pack descriptions
Check for updates
Refresh Pack descriptions
Update available for Keil::MDK-Middleware (installed: 6.5.0, available: 7.0.0)

Ready ONLINE



INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

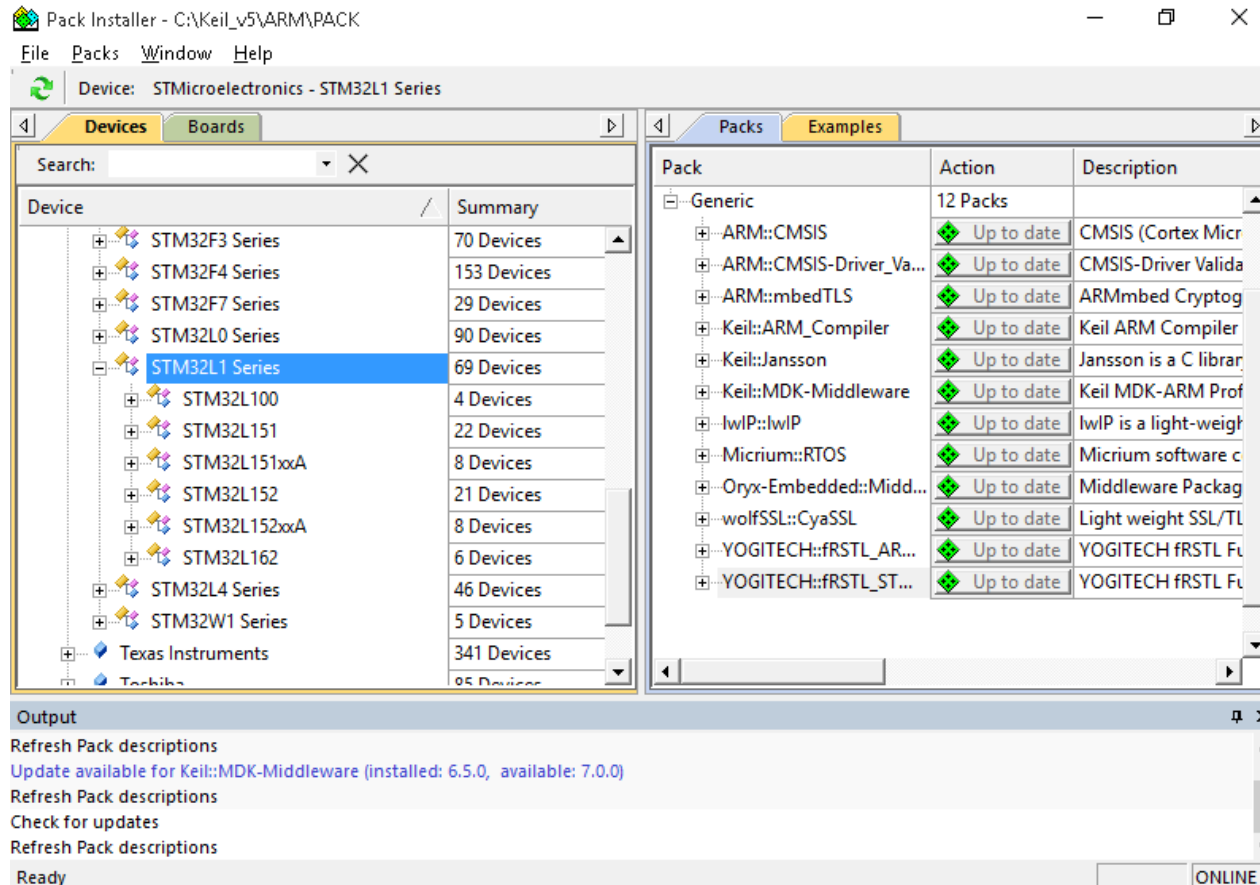
- Durante la instalación de los paquetes, le pedirá que acepte algunas licencias de uso.





INSTALACIÓN DE KEIL UVISION 5

- Una vez instalados todos los paquetes, la apariencia debe ser como la de la figura.
- En este momento puede cerrar el instalador de paquetes y ya puede utilizar el uVision 5, como si fuese cualquier otro programa de Windows.



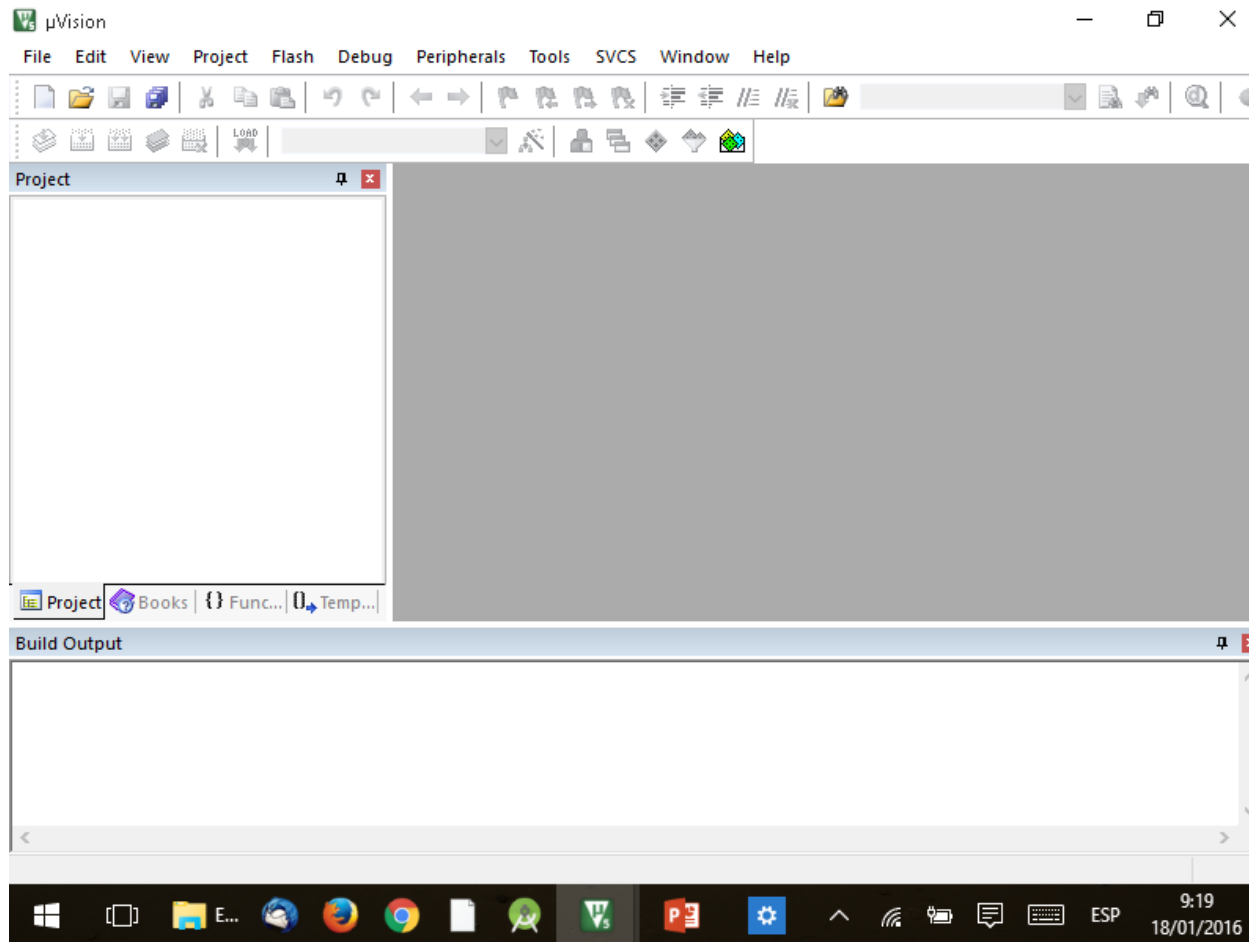
PASOS PARA LA CREACIÓN DE UN PROYECTO EN UVISION 5

30



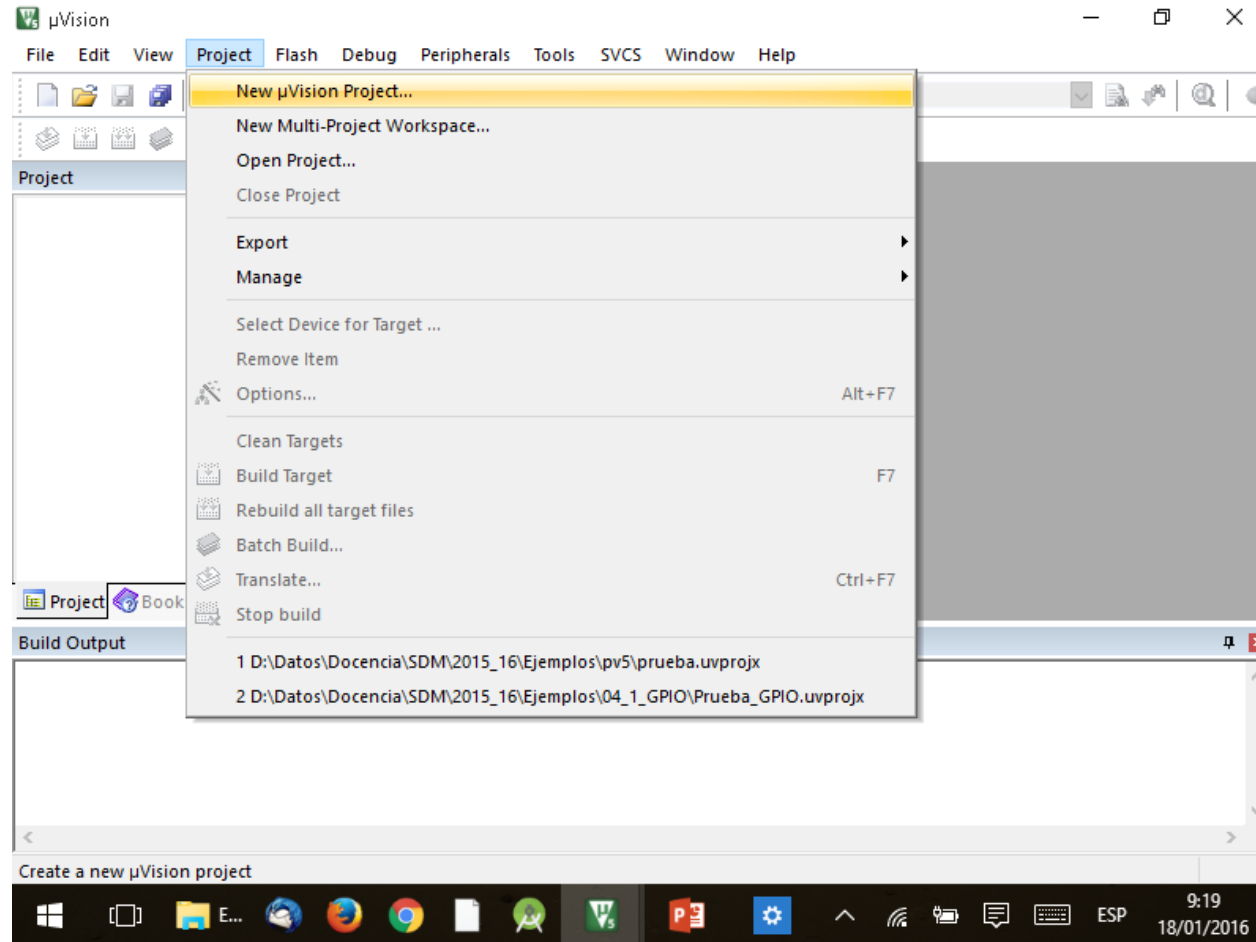
PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

- Al arrancar el Keil uVision 5, asegurarse que no hay ningún Proyecto abierto, utilizando la opción Project ► Close Project



PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

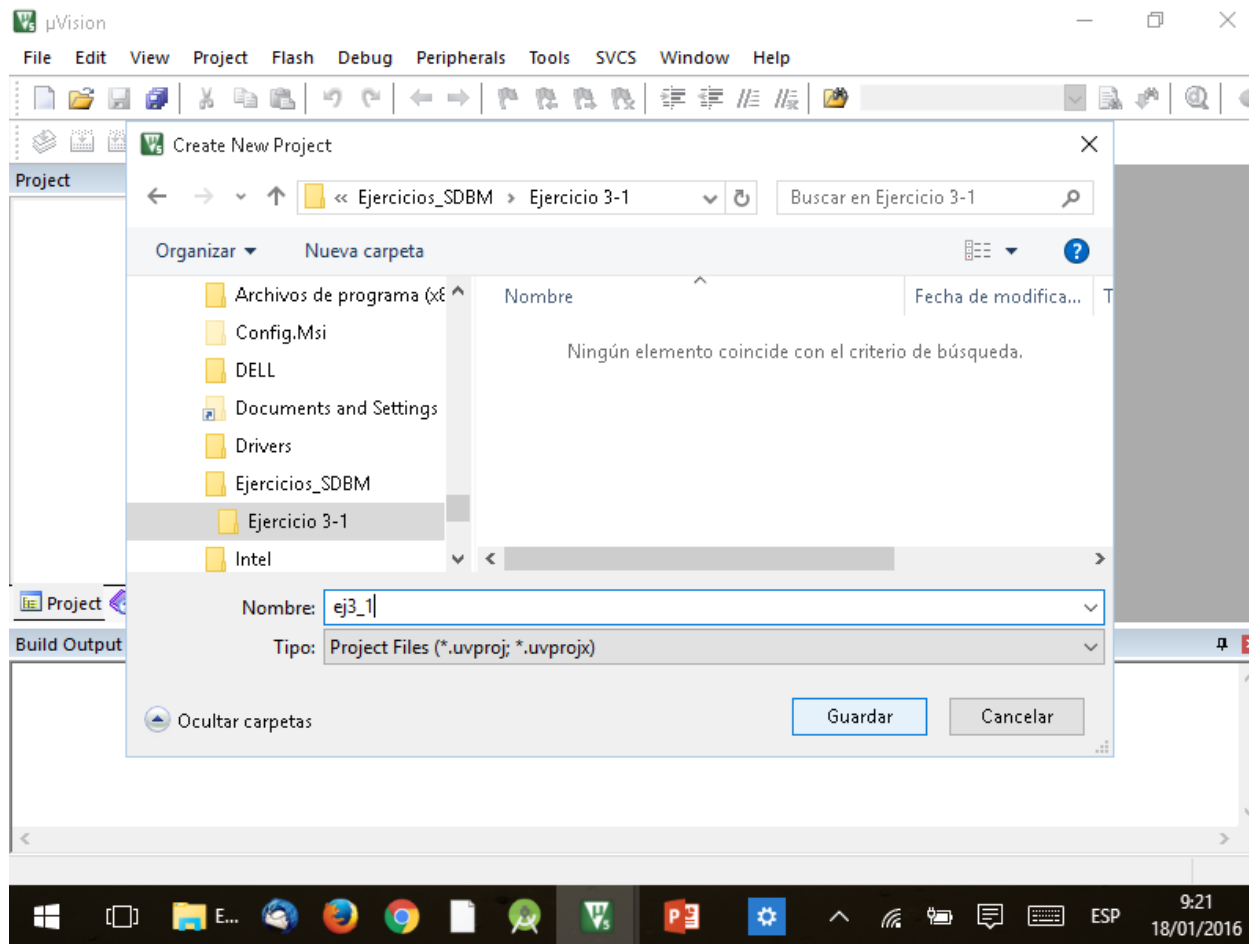
- Para crear un proyecto utilizar la opción **Project ► New uVision Project**





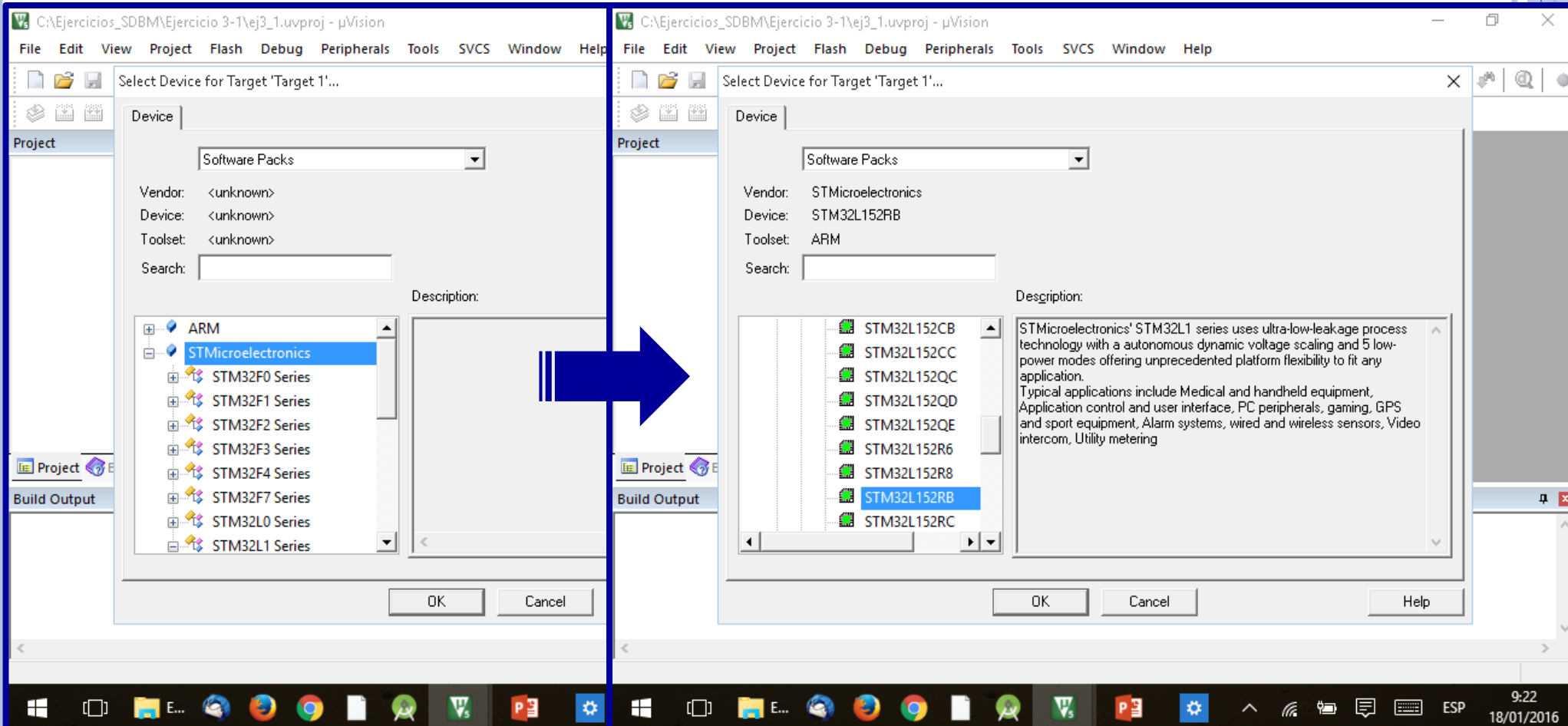
PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

- Después de seleccionar la carpeta donde va a ubicar todos los ficheros del proyecto, de un nombre significativo al proyecto
 - Se recomienda que para cada programa cree un proyecto distinto, y que para cada proyecto, cree una carpeta distinta



PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

- En la siguiente pantalla tiene que seleccionar el microcontrolador con el que va a trabajar
 - Seleccione la carpeta STMicroelectronics
 - Seleccione el microcontrolador STM32L152RB



The image displays two sequential screenshots of the 'Select Device for Target' dialog box in the uVision IDE. The left screenshot shows the 'Device' list with 'STMicroelectronics' selected. The right screenshot shows the 'Device' list with 'STM32L152RB' selected, and a detailed description of the device is visible on the right side of the dialog. A large blue arrow points from the left screenshot to the right screenshot, indicating the progression of the selection process.

Left Screenshot:

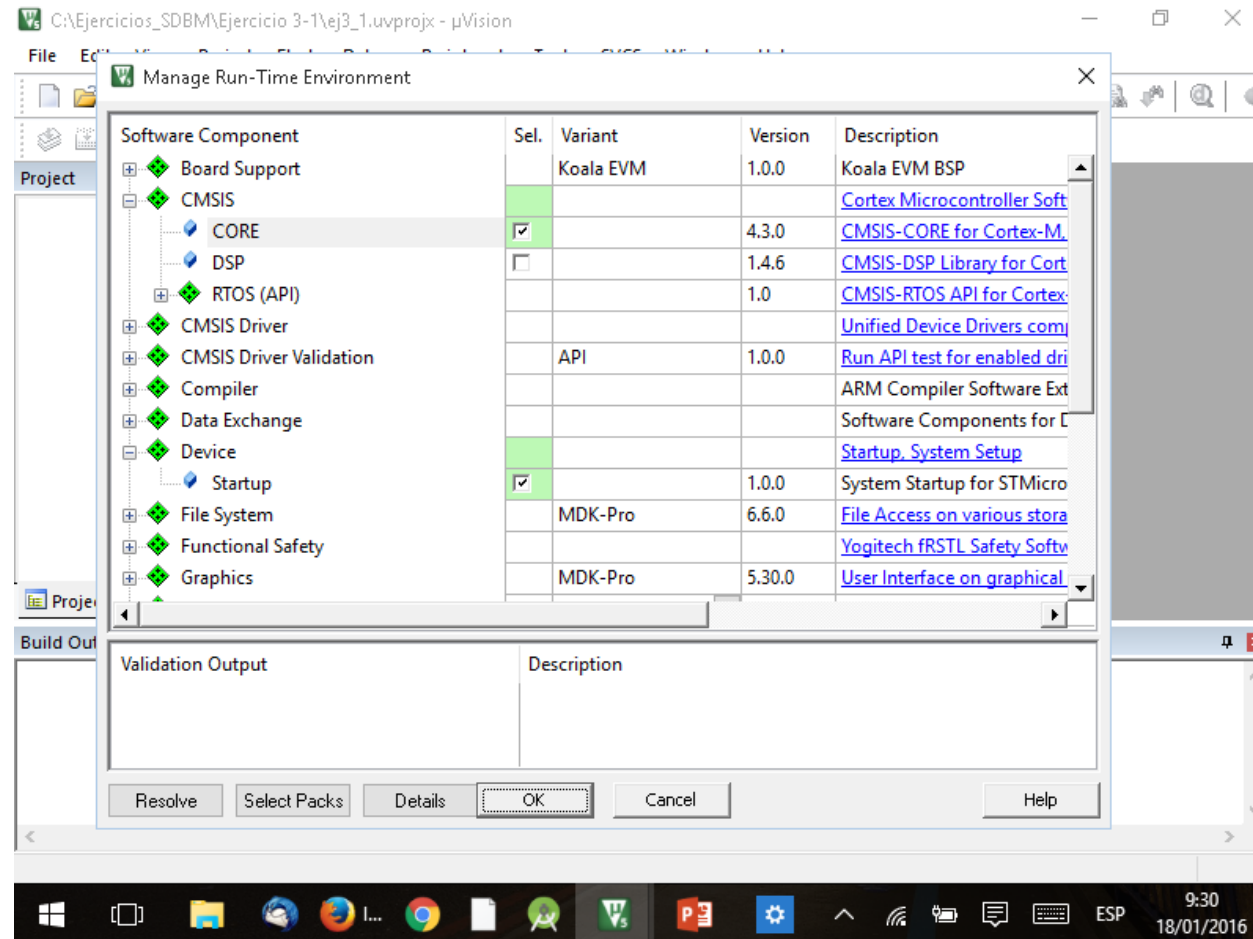
- Vendor: <unknown>
- Device: <unknown>
- Toolset: <unknown>
- Device List: ARM, STMicroelectronics (selected), STM32F0 Series, STM32F1 Series, STM32F2 Series, STM32F3 Series, STM32F4 Series, STM32F7 Series, STM32L0 Series, STM32L1 Series

Right Screenshot:

- Vendor: STMicroelectronics
- Device: STM32L152RB
- Toolset: ARM
- Device List: STM32L152CB, STM32L152CC, STM32L152QC, STM32L152QD, STM32L152QE, STM32L152R6, STM32L152R8 (selected), STM32L152RC
- Description: STMicroelectronics' STM32L1 series uses ultra-low-leakage process technology with a autonomous dynamic voltage scaling and 5 low-power modes offering unprecedented platform flexibility to fit any application. Typical applications include Medical and handheld equipment, Application control and user interface, PC peripherals, gaming, GPS and sport equipment, Alarm systems, wired and wireless sensors, Video intercom, Utility metering

PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

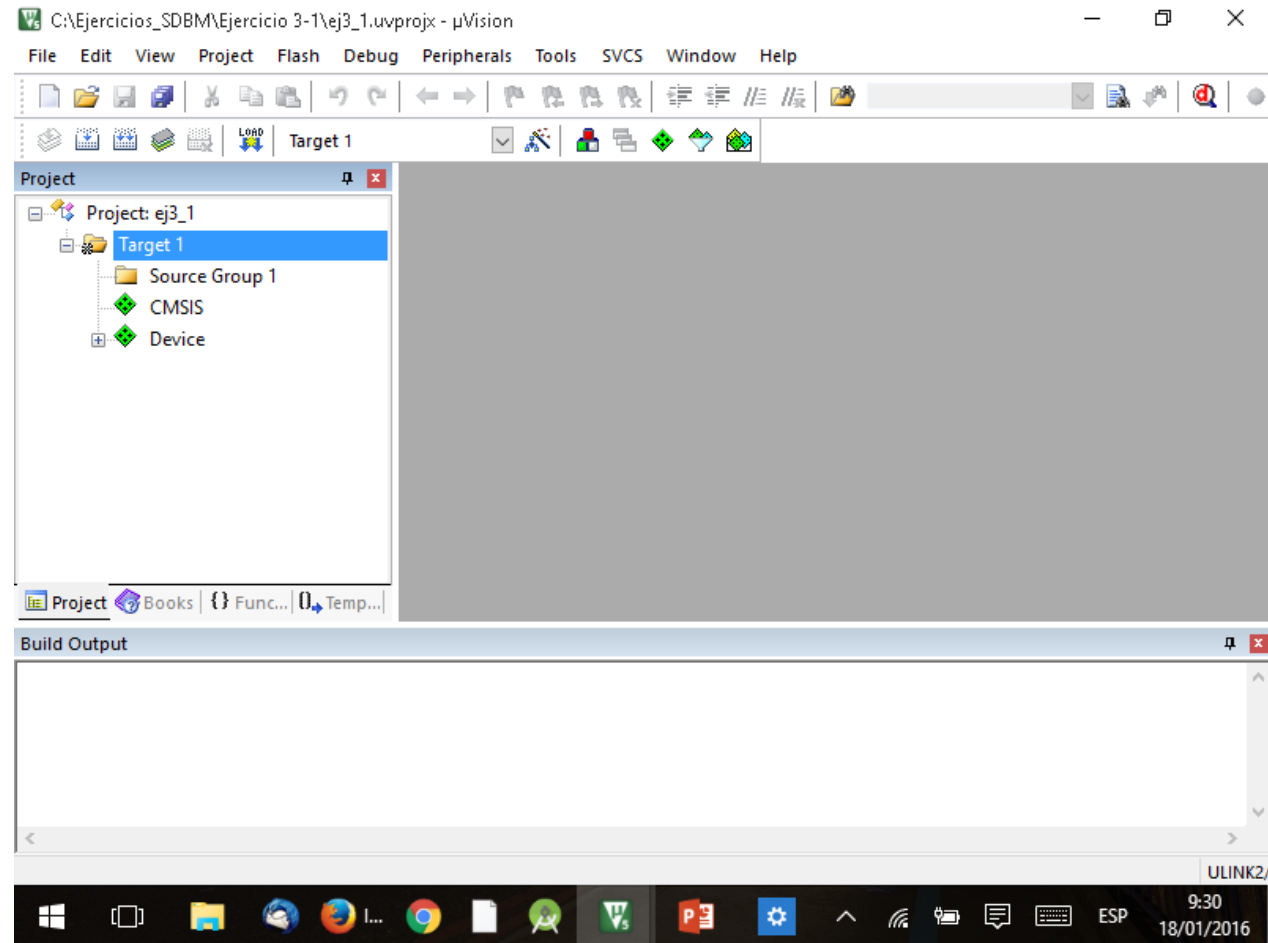
- En la siguiente pantalla es necesario seleccionar los elementos relacionados con el microcontrolador (y la placa de desarrollo) que se han de integrar al proyecto. Para ello seleccione:
 - Device ► Startup
 - CMSIS ► CORE





PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

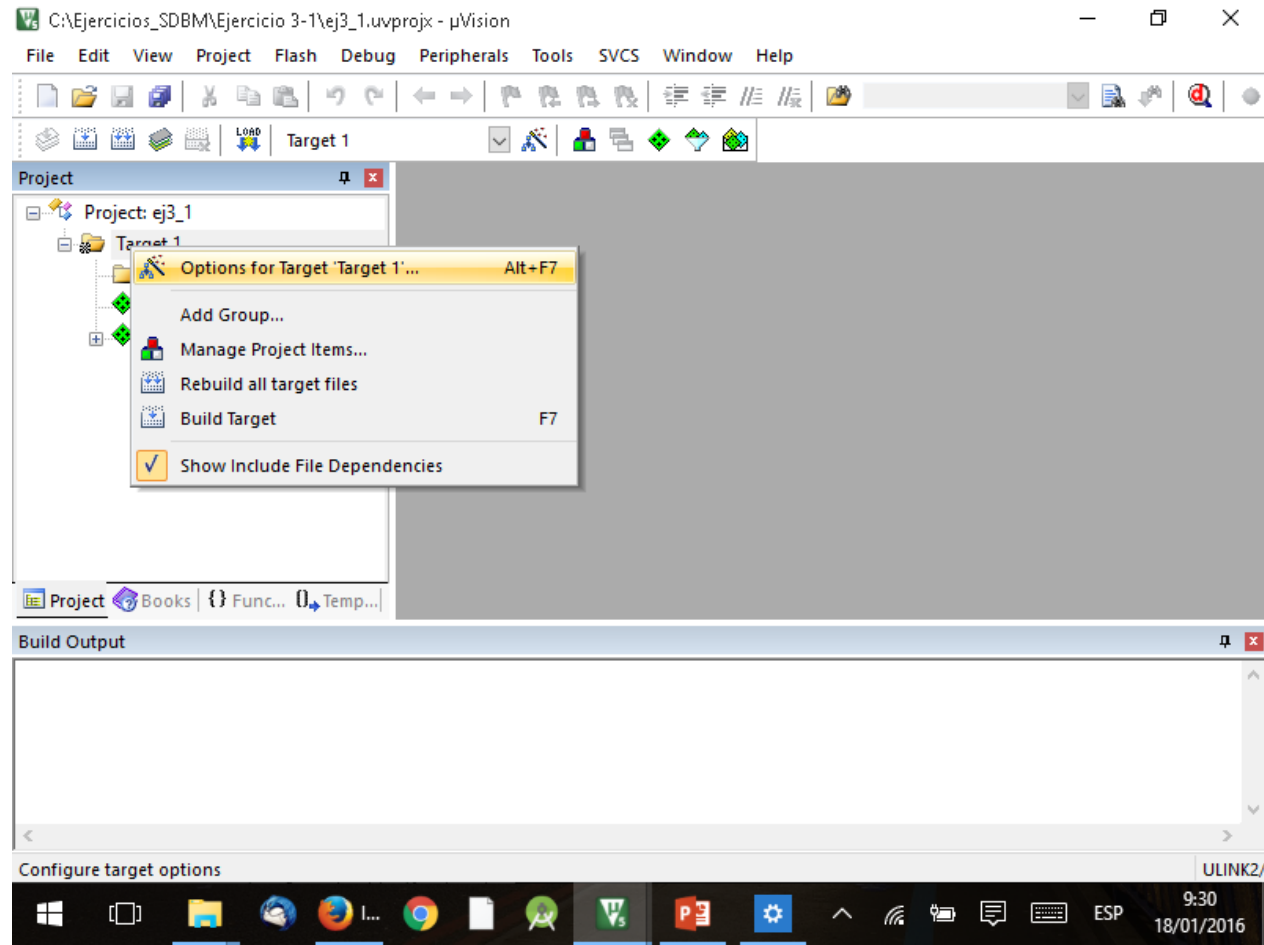
- Una vez finalizada toda esta fase, aparece el proyecto creado con algunos elementos integrados (CMSIS y Device) y una carpeta denominada SourceGroup1 en la que introduciremos los archivos fuentes del proyecto
 - Esto se comentará más adelante, porque todavía faltan pasos





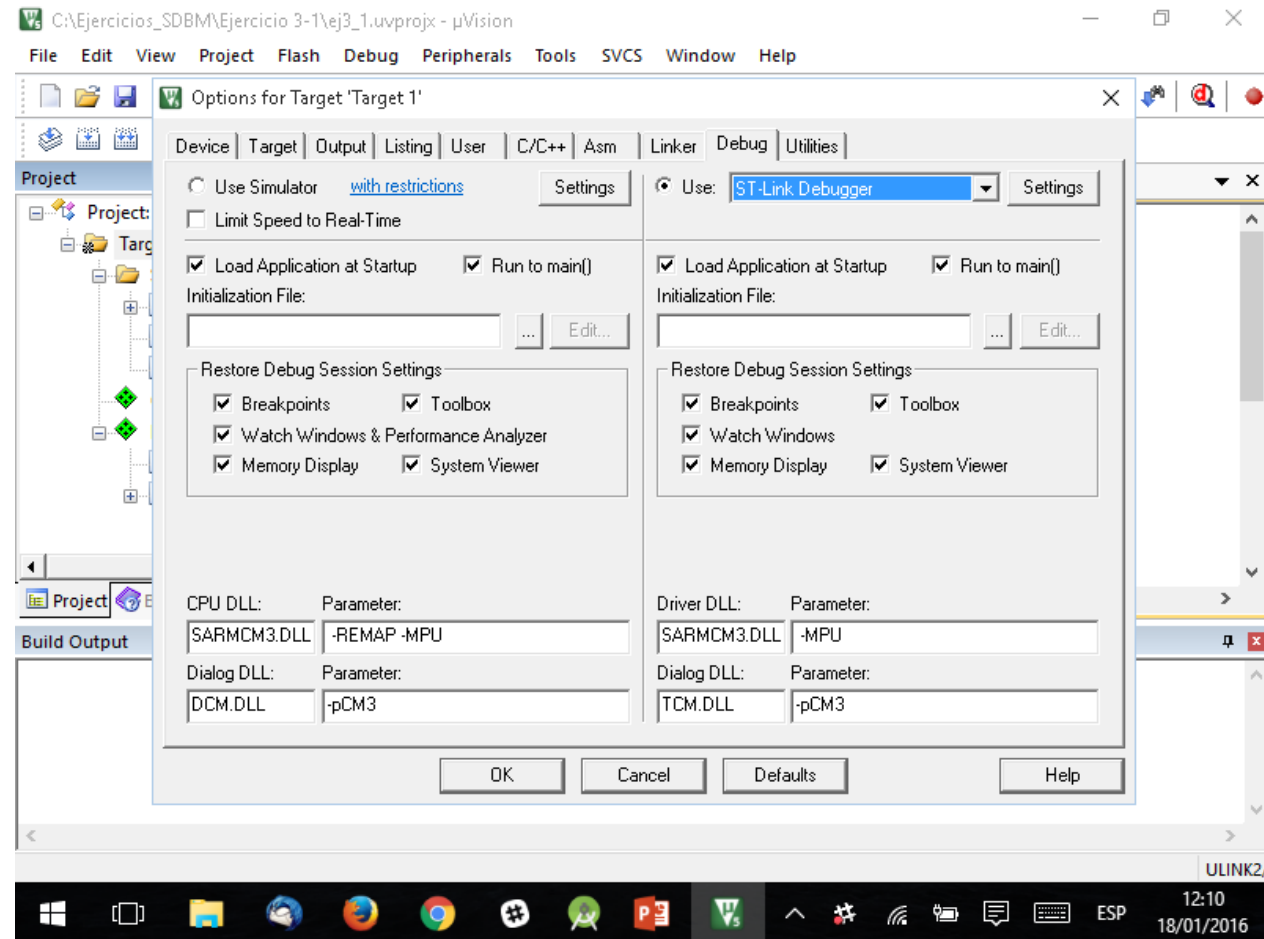
PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

- Hay que configurar el entorno de desarrollo, y en concreto el Depurador y la herramienta para cargar la aplicación
- Pulse en el botón derecho en Target y selecciones Options for Target ...



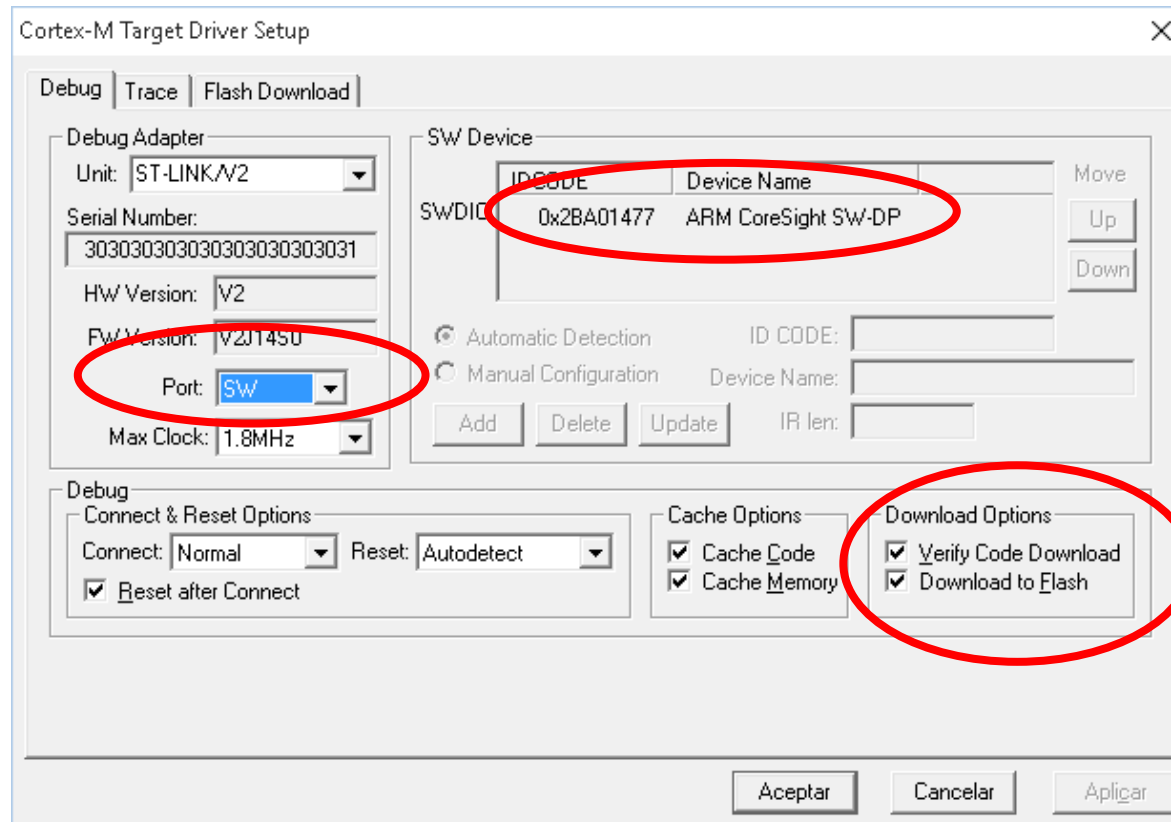
PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

- Seleccione la pestaña Debug y seleccione la opción de utilizar un depurador (la columna de la derecha) y dentro de las opciones de depuradores, seleccione el ST-Link Debugger
- Fíjese en las casillas que están activadas en la figura, puesto que es la configuración recomendada.



PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

- Después de seleccionar el depurador (ST-Link Debugger), pulse el botón de Settings, para ver la configuración del mismo
- Seleccione como puerto SW.
- Si tiene conectada la placa, entonces verá a la derecha los datos de la placa conectada (ver figura). **Si no, verá una pantalla como la de la figura de la transparencia siguiente.**
- En cualquier caso, fíjese en las casillas seleccionadas y use esa configuración





PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

The screenshot shows the 'Options for Target' dialog box in uVision, specifically the 'Cortex-M Target Driver Setup' tab. The 'JTAG Device Chain' section is highlighted with a red circle, showing an 'Error' entry with the text 'No ST-LINK detected'. The 'Debug Adapter' section shows 'Unit' and 'Serial Number' fields. The 'Debug' section includes 'Connect & Reset Options', 'Cache Options', and 'Download Options'.

Debug Adapter
Unit: []
Serial Number: []
HW Version: []
FW Version: []
Port: JTAG
Max Clock: 1.12MHz

JTAG Device Chain
TD [Error] [Move] [Up] [Down]
TDI []
 Automatic Detection ID CODE: []
 Manual Configuration Device Name: []
[Add] [Delete] [Update] IR len: []

Debug
Connect & Reset Options
Connect: Normal Reset: Autodetect
 Reset after Connect

Cache Options
 Cache Code
 Cache Memory

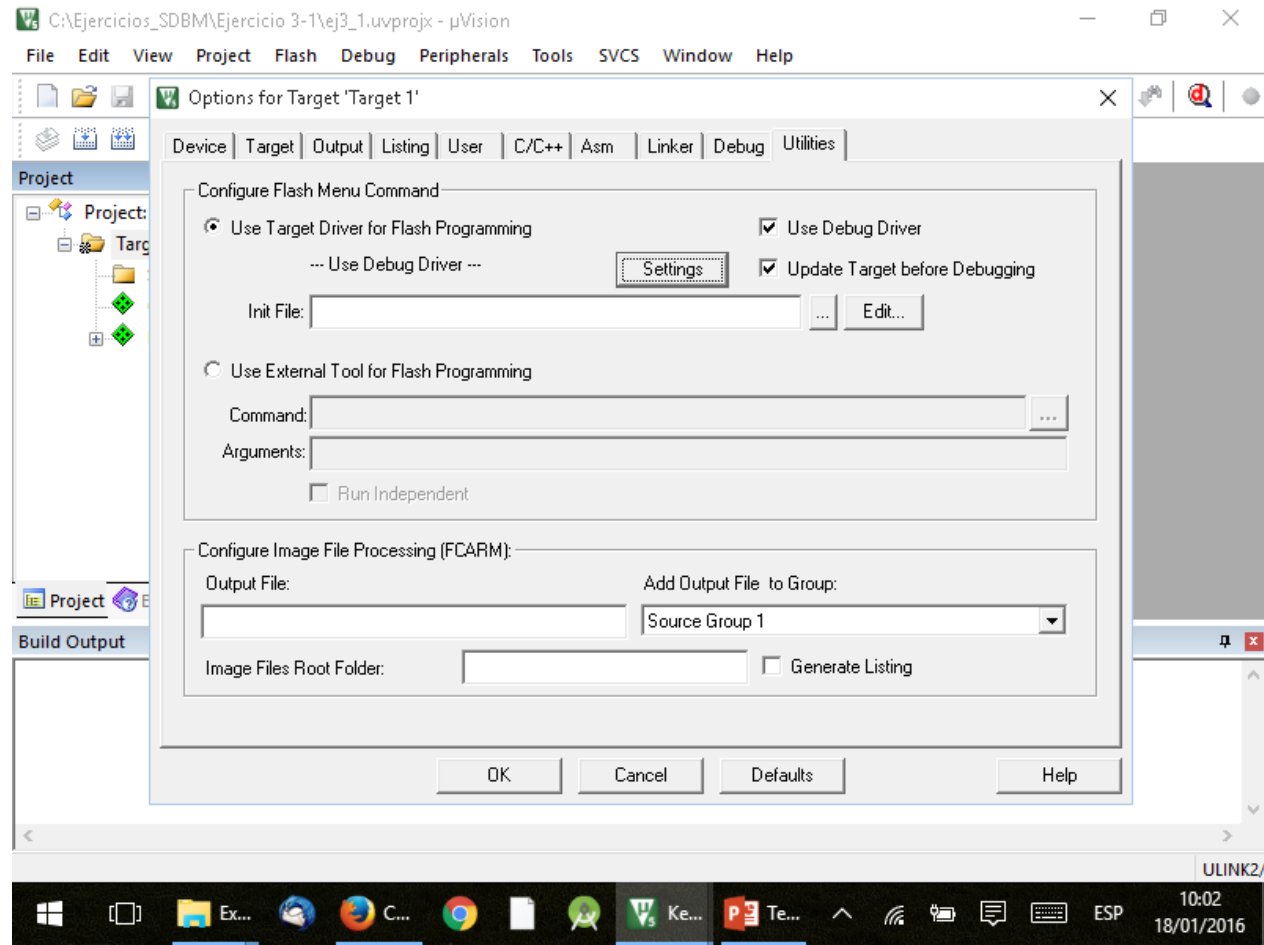
Download Options
 Verify Code Download
 Download to Flash

Buttons: Aceptar, Cancelar, Aplicar



PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

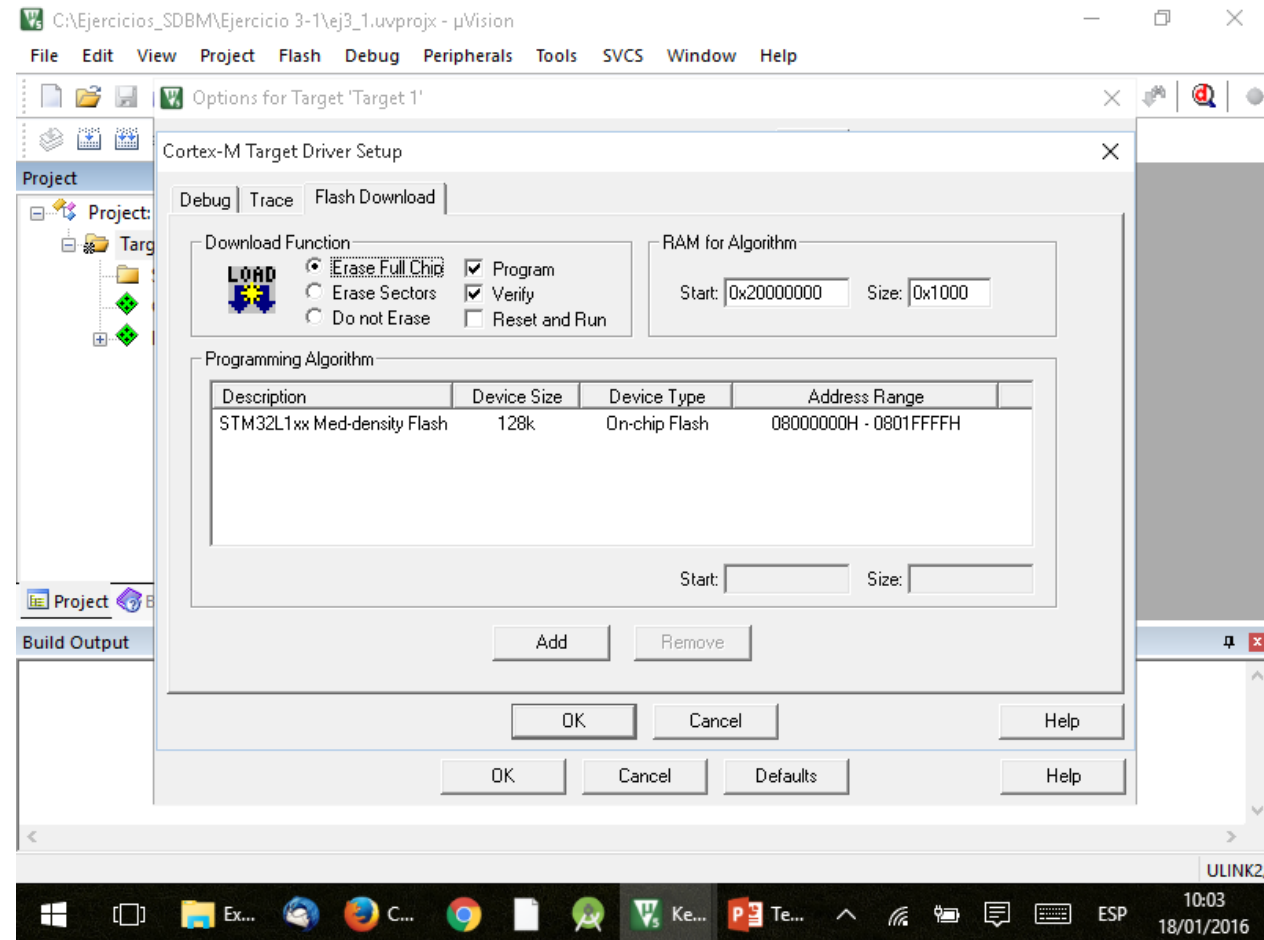
- Después de aceptar las opciones del depurador, seleccione la pestaña de Utilities y copie la configuración que se muestra en la pantalla





PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

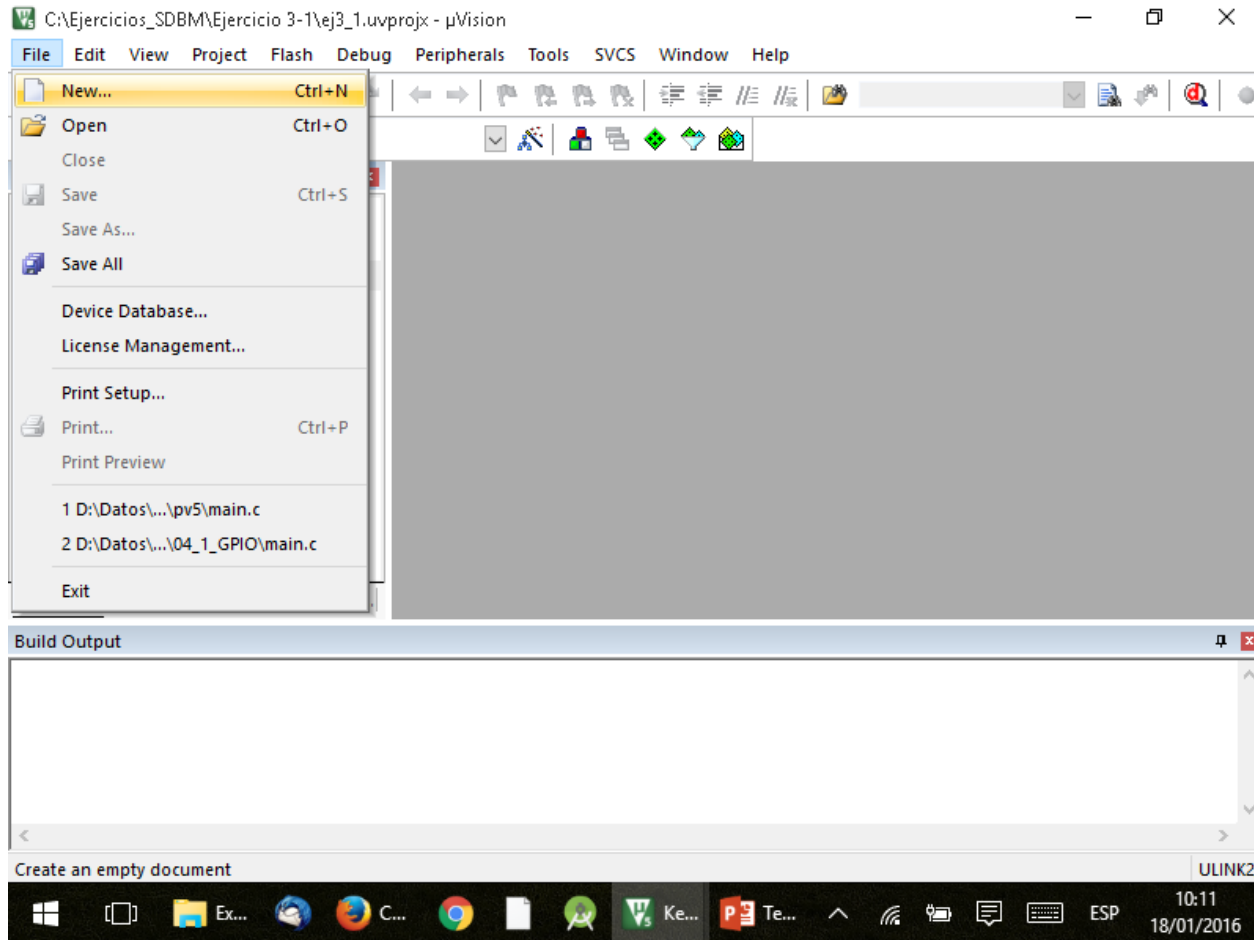
- Pulse en el botón de Settings (dentro de Utilities) y verifique que tiene un mapa de memoria instalado (por ejemplo el expuesto en la figura)
- También se recomienda que se seleccione “Erase Full Chip”





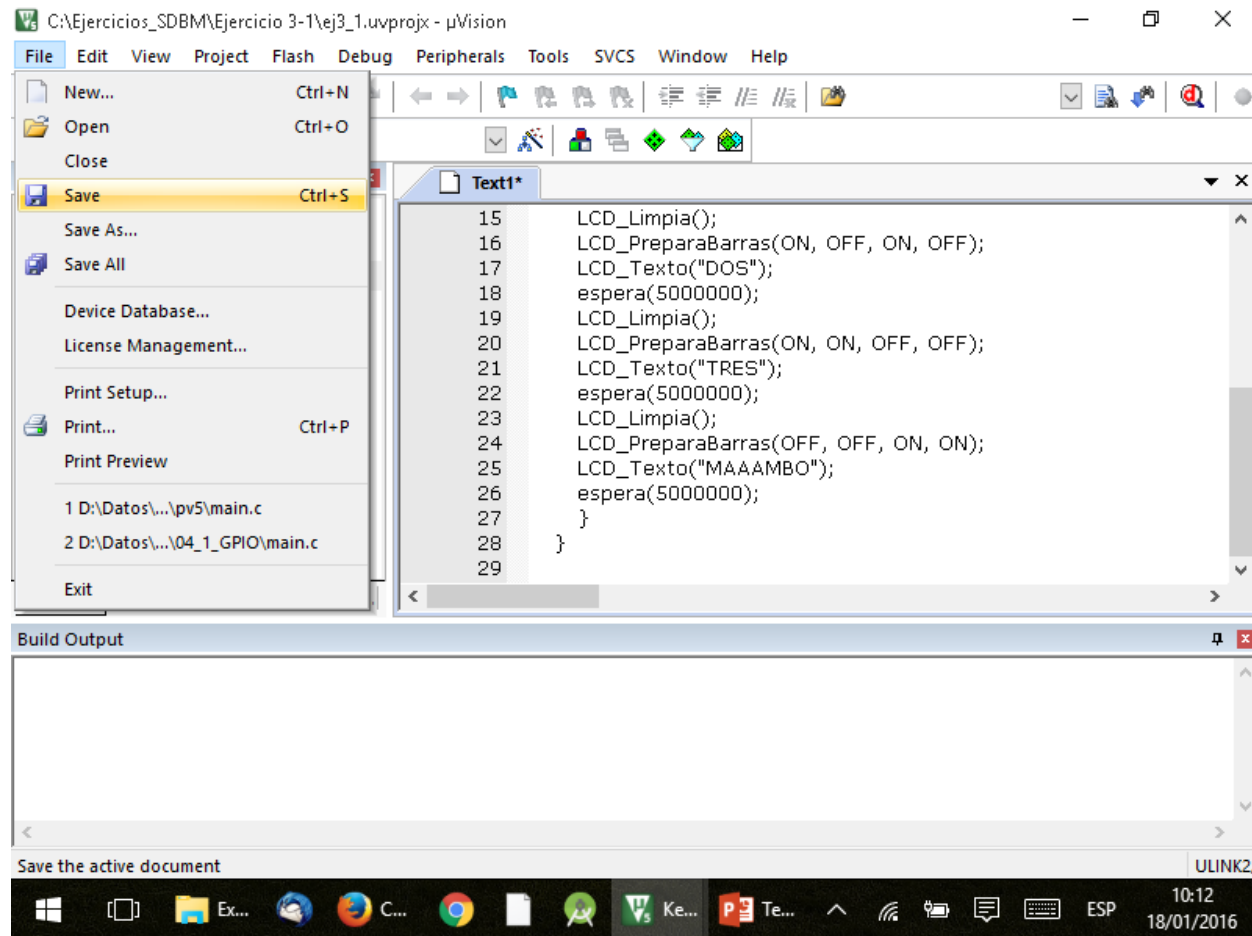
PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

- Una vez aceptados los cambios en la configuración del Target, el proyecto está listo para poder darle contenido, creando e importando nuevos ficheros fuente.
- Empezamos creando un fichero fuente, para lo que seleccionamos File ► New...
- Esto creará una sub-ventana en la parte gris de la derecha, para poder teclear el código



PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

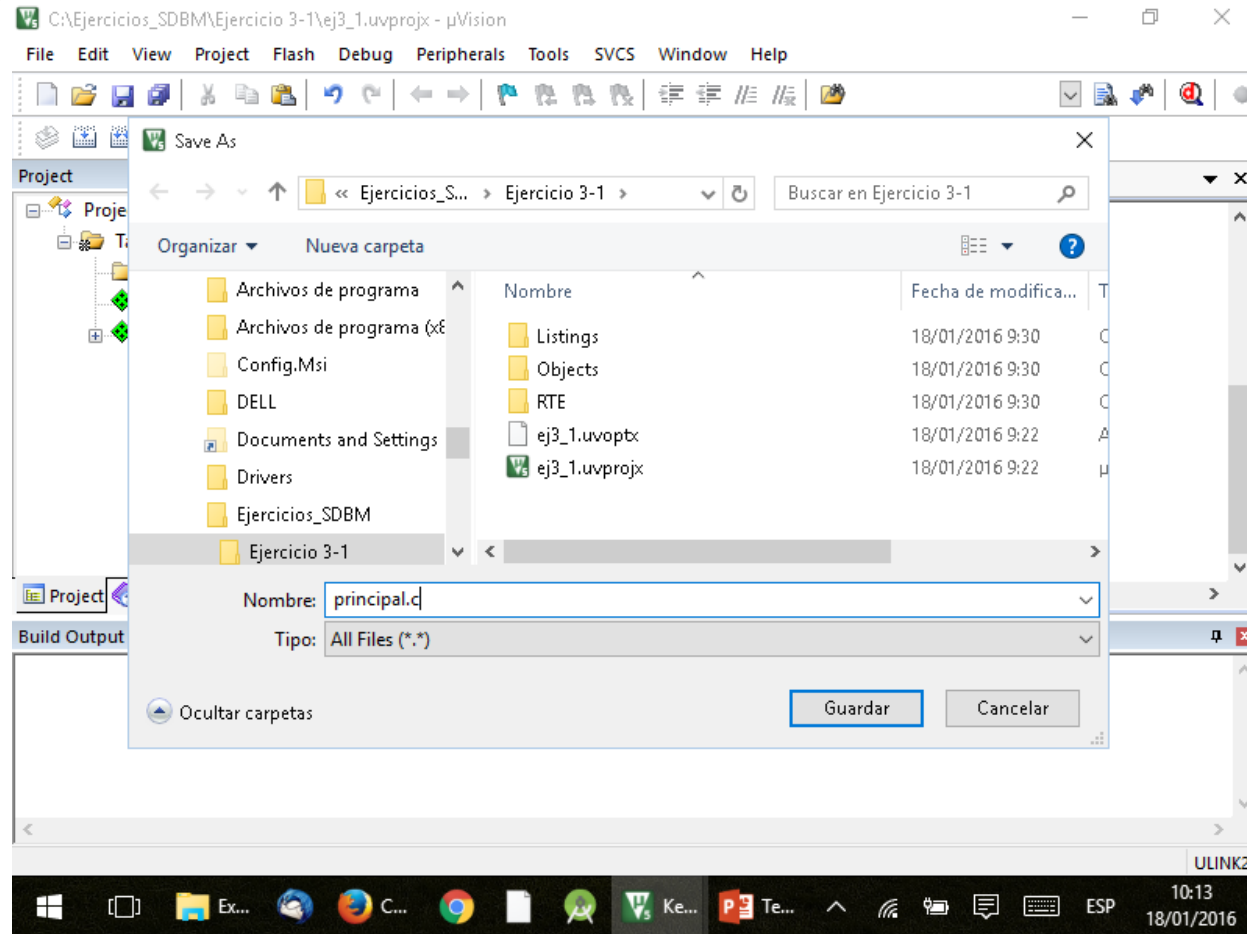
- Una vez escrito el código (en el que no está resaltada la sintaxis por no saber el entorno que tipo de fichero es), hay que guardar el fichero con la opción File ► Save





PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

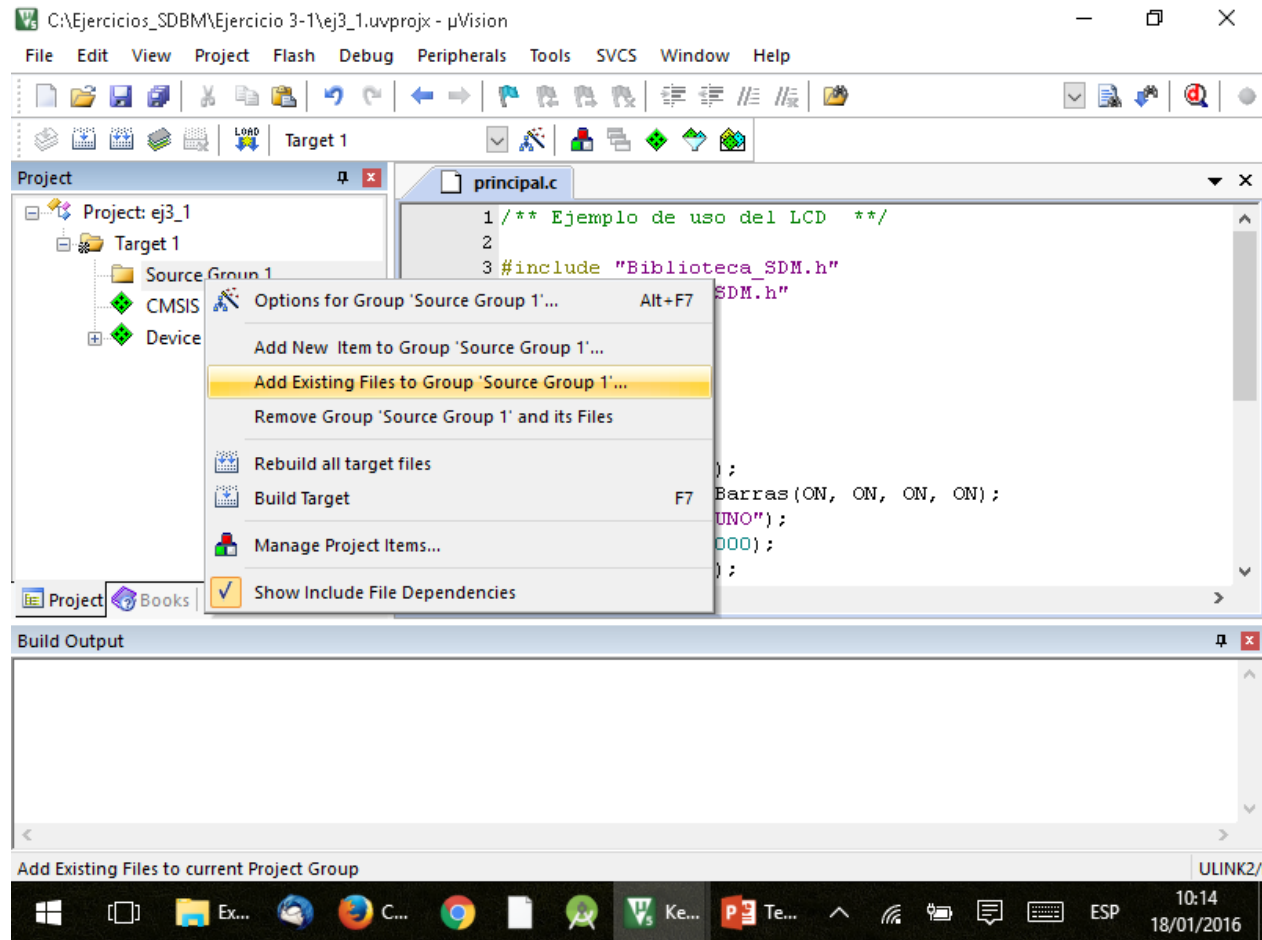
- Póngale un nombre con la extensión adecuada al formato (por ejemplo, si es un fichero en C, póngale un nombre acabado con .c; si es un fichero “header” de C, póngale un nombre acabado con .h)
- Al almacenarlo con un nombre y extensión, ya será posible que el entorno resalte la sintaxis con colores.
- El nombre del fichero puede ser cualquiera, pero se aconseja que sea un nombre representativo





PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

- Sin embargo, todavía no está ese fichero en el proyecto, por lo que habrá que decirle al proyecto la necesidad de incorporarlo al mismo.
- Para ello pulse el botón derecho en SourceGroup1 y seleccione Add Existing Files to Group “SourceGroup1” ...





PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

- Se puede ver el fichero integrado ahora en el proyecto, pero sin embargo se notifican errores. Eso es porque faltan todavía ficheros por integrar
- Se aconseja que copie en la misma carpeta donde está el proyecto los ficheros .h que se vayan a importar, así como cualquier otro fichero que se haya de integrar en el proyecto (archivos .c, archivos .lib, etc.)

C:\Ejercicios_SDBM\Ejercicio 3-1\ej3_1.uvprojx - µVision

File Edit View Project Flash Debug Peripherals Tools SVCS Window Help

Project

```
1 /** Ejemplo de uso del LCD **/  
2  
3 #include "Biblioteca_SDM.h"  
4 #include "Utiles_SDM.h"  
5  
6 int main(void) {  
7     Init_SDM();  
8     Init_LCD();  
9  
10    while (1) {  
11        LCD_Limpia();  
12        LCD_PreparaBarras(ON, ON, ON, ON);  
13        LCD_Texto("UNO");  
14        espera(5000000);  
15        LCD_Limpia();  
16    }
```

Build Output

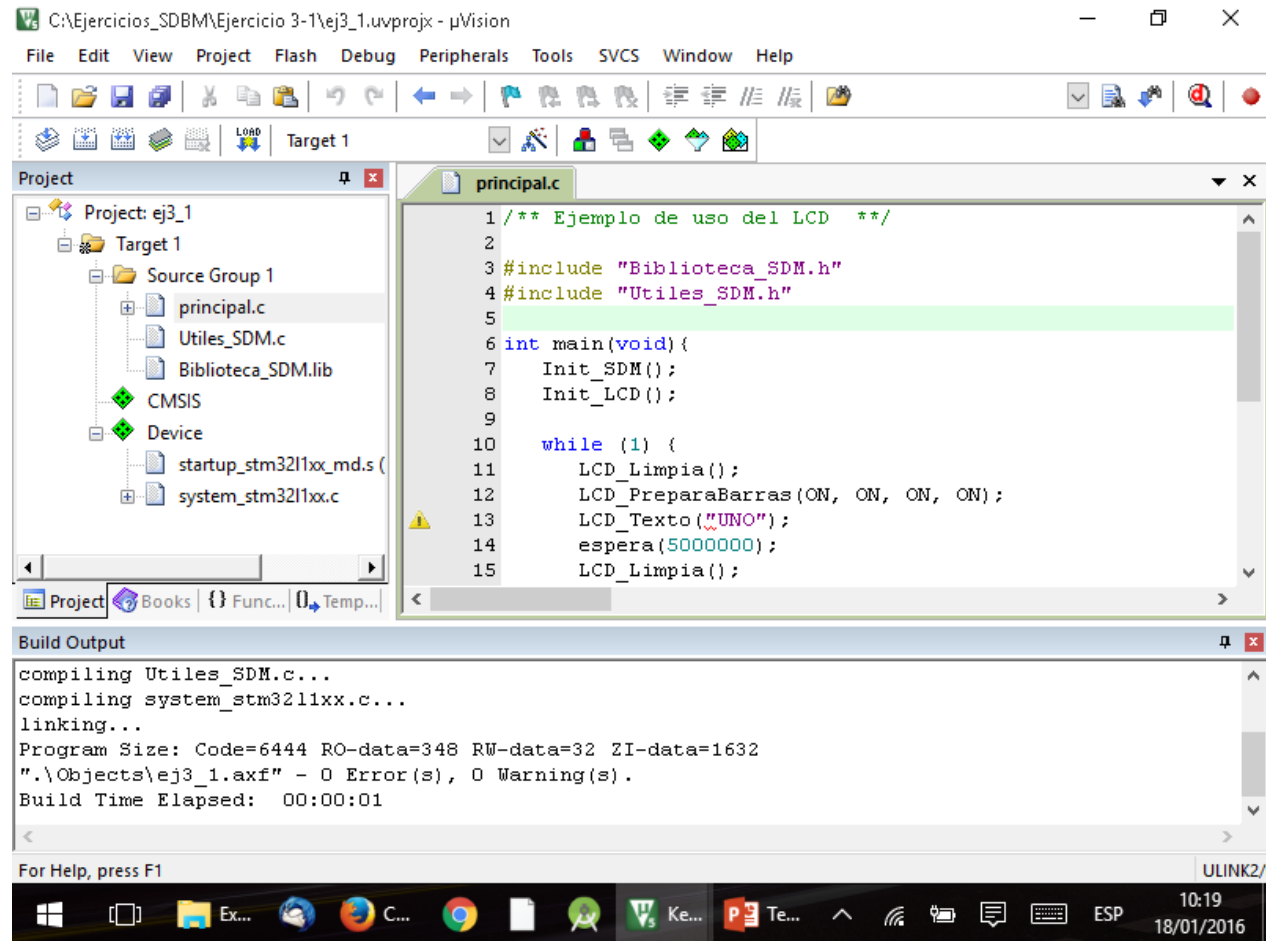
fatal error: 'Biblioteca_SDM.h' file not found

ULINK2/1



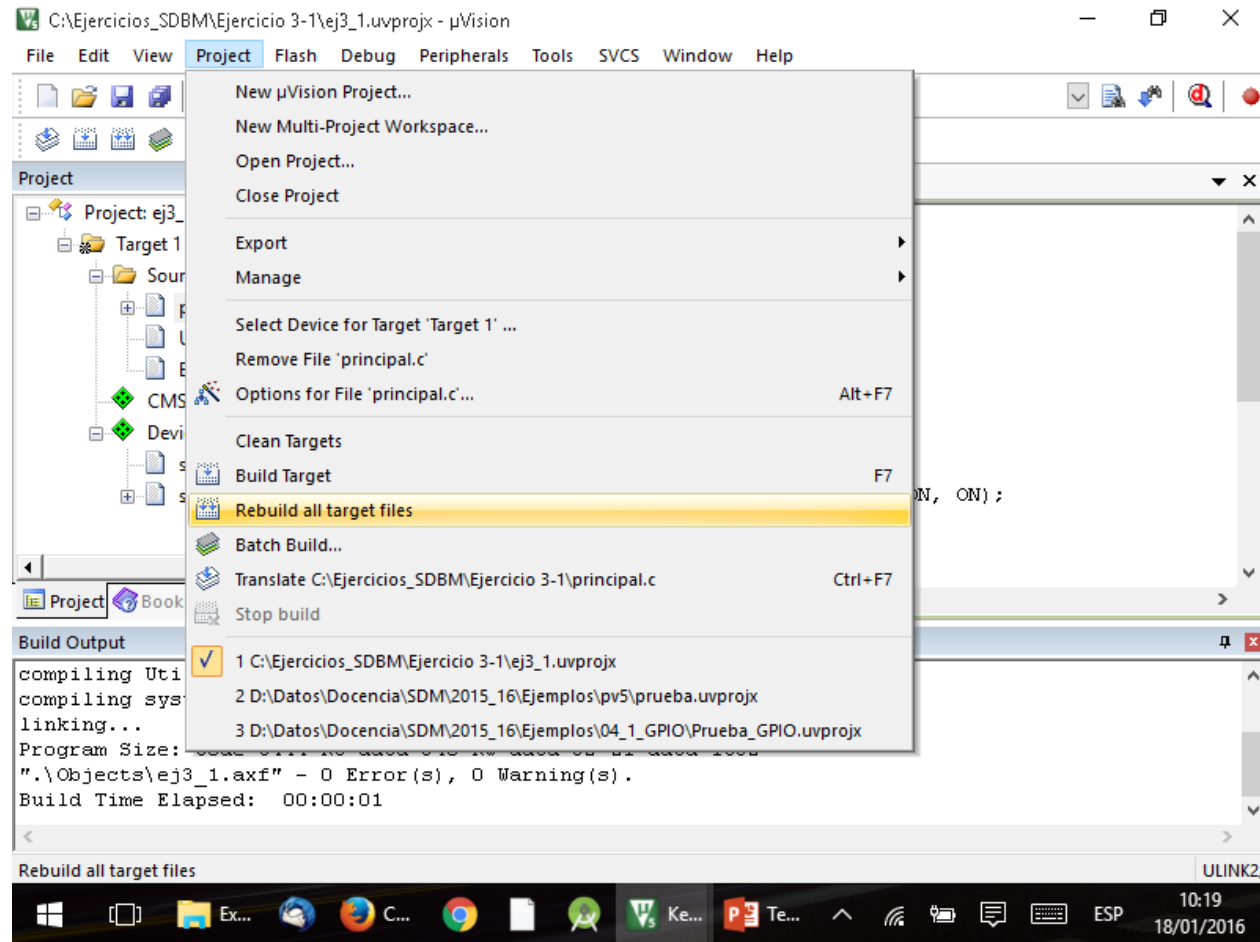
PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

- De la misma forma que hizo con el fichero .c inicial, inserte en el proyecto (dentro de SourceGroup1) el resto de ficheros compilables y linkables necesarios
 - Ficheros .c y ficheros .lib
 - **NO inserte los ficheros .h, puesto que éstos se integrarán solos al compilar el proyecto.**
- En el ejemplo, el proyecto queda como en la figura, habiendo integrado la biblioteca suministrada (Biblioteca_SDM.lib) y una biblioteca adicional creada por los profesores (que no se distribuye) denominada Utiles_SDM.c (en un futuro se le aconsejará a los alumnos que creen su propia biblioteca de utilidades)



PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO

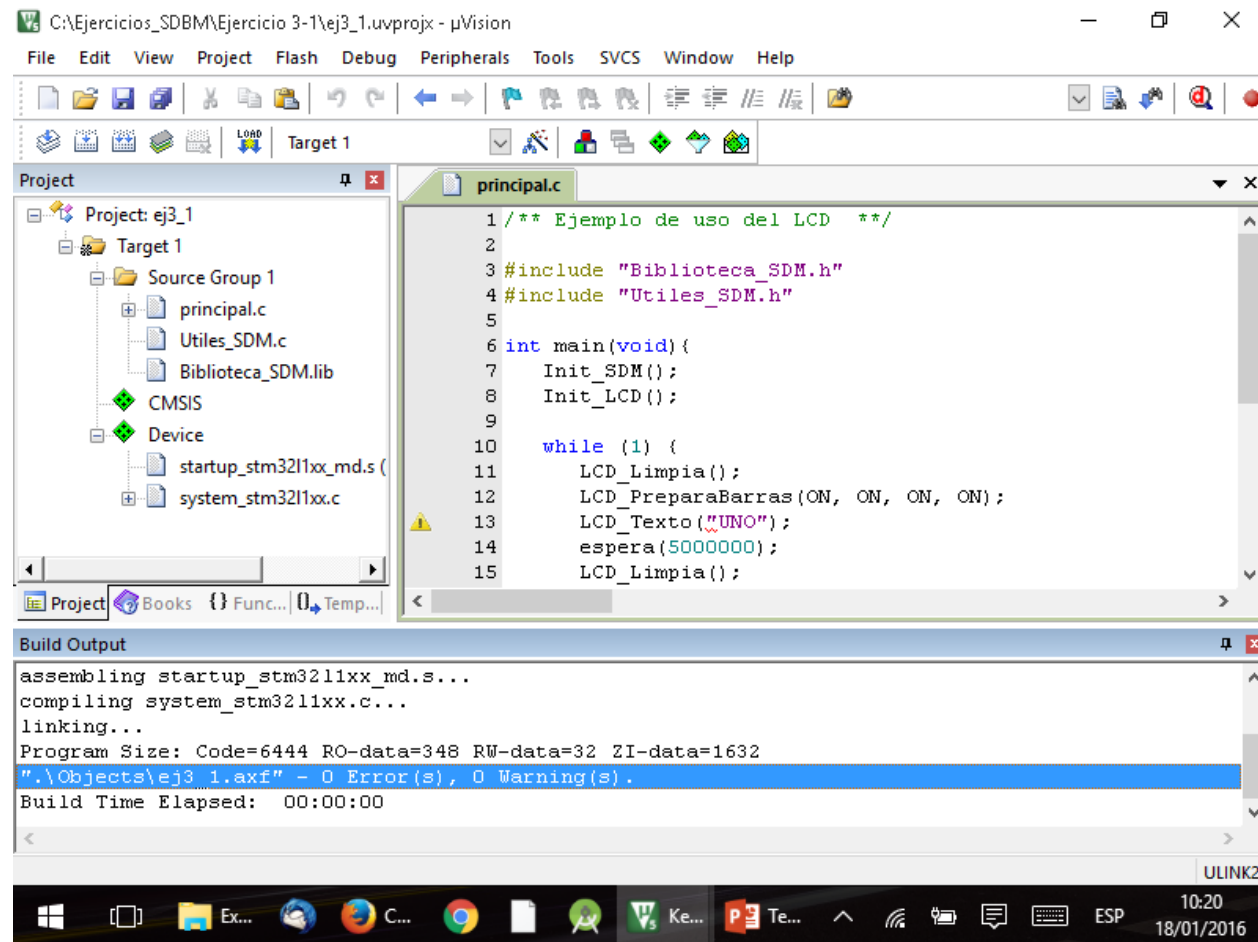
- El proyecto ya está listo para compilar
- Seleccione Project ► Rebuild all target files





PASOS EN LA CREACIÓN DE UN PROYECTO



- Durante la compilación verá aparecer mensajes en la ventana inferior del programa, y finalmente un mensaje diciendo el número de errores y avisos (warnings) resultantes.
- Una vez conseguido 0 errores, está listo para ejecutar el proyecto



PASOS EN LA DEPURACIÓN DE UN PROYECTO

51






PASOS EN LA DEPURACIÓN DE UN PROYECTO

- Una vez compilado correctamente, conecte la placa al USB y ejecute el depurador con el botón: 
 - Tardará bastante hasta que cargue y luego aparecerá un aviso del modo de evaluación. Pulse Aceptar.
- Si se abre una ventana con ensamblador, pulse  para cerrarla.
- Como puede ver, el programa se ha ejecutado hasta llegar a la función main(). La flecha amarilla indica el punto del programa donde se encuentra la ejecución

The screenshot shows the Keil uVision IDE interface. The main window displays the source code for 'principal.c', with the execution cursor (yellow arrow) positioned at line 7, the start of the 'main' function. A dialog box titled 'μVision' is overlaid on the code, displaying a warning icon and the text 'EVALUATION MODE Running with Code Size Limit: 32K'. The dialog has an 'Aceptar' button. The left sidebar shows the 'Registers' window with a list of registers (R0-R15, xPSR) and their values. The bottom status bar indicates 'Running with Code Size Limit: 32K' and 'Load: D:\JOSE\06_CARLOS_III\1_Curso_Academico_2015_2016\4_Segundo_Cuatrimestre...'. The system tray at the bottom shows the date and time as 19:51 on 27/01/2016.



PASOS EN LA DEPURACIÓN DE UN PROYECTO (1)

- Para depurar, se pueden utilizar las siguientes opciones:
 - 1) Ejecutar de corrido todo el programa desde el punto actual. Si hay puntos de ruptura, se para en ese punto 
 - 2) Se depura la función actual, pero sin entrar en ella 
 - 3) Se ejecuta todo el programa hasta el punto donde actualmente se encuentra el cursor 
 - 4) Se depura la función actual, entrando en ella, si es necesario 
 - 5) Se sale de la función actual (se ejecuta lo que queda de función y se pausa la ejecución al finalizarla). Solo funciona cuando se ha activado la anterior previamente 
- Además, puede poner un punto de ruptura (breakpoint, es decir, pausa la ejecución cuando llega a ese punto) haciendo doble clic en cualquier punto a la izquierda del número de línea.
 - Aparecerá un círculo en rojo.
 - Si se vuelve a hacer doble clic, se quita el breakpoint.



PASOS EN LA DEPURACIÓN DE UN PROYECTO (2)

- Para examinar el valor de una variable, abra una Watch Window (View ► Watch Windows ► Watch 1)
 - En la parte inferior derecha, junto con Call Stack y con Memory 1 se abre una nueva pestaña denominada Watch 1
 - En dicha pestaña, escriba el nombre de la variable, registro o conjunto de registros.
 - Por ejemplo, escriba RCC y verá una estructura completa con los registros del reloj
 - En cada variable se puede ver su valor (sólo si se entra en la función donde se ejecuta) o incluso modificarlo para que sea tenido en cuenta en el siguiente paso de ejecución.
- Para ver los registros asociados a los periféricos o modificar su valor, seleccione la opción “Peripherals ► System Viewer” y ahora haga visible el registro deseado (por ejemplo: GPIO -> GPIOB)
 - Por ejemplo, active el LED verde y rojo en PB6 y PB7, activando los bits BS6 y BS7 del registro BSRR en GPIOB o desactívelos activando los bits BR6 y BR7 de dicho registro (cuando el depurador esté dentro de la función WHILE(1))



PASOS EN LA DEPURACIÓN DE UN PROYECTO (3)

The screenshot displays the ST-Link Debugger interface with the following components:

- Registers Window:** Shows core registers (R0-R15) and system registers (xPSR) with their current values.
- Code Editor:** Shows the source code for `principal.c`. The `while (1) {` loop is highlighted, and the cursor is on line 10.
- GPIOB Window:** Shows the configuration for GPIOB pins BS0 through BS11, with BS6 selected.
- Command Window:** Displays the execution status: "Running with Code Size Limit: 32K", "Load" information, and "Restricted Version with 32768 Byte Code Size Limit".
- Watch Window:** Shows a list of variables being monitored, including `RCC` (pointer) and various registers like `CR`, `ICSCR`, `CFGR`, `CIR`, `AHBRSTR`, and `APB2RSTR`.



EJERCICIOS

56

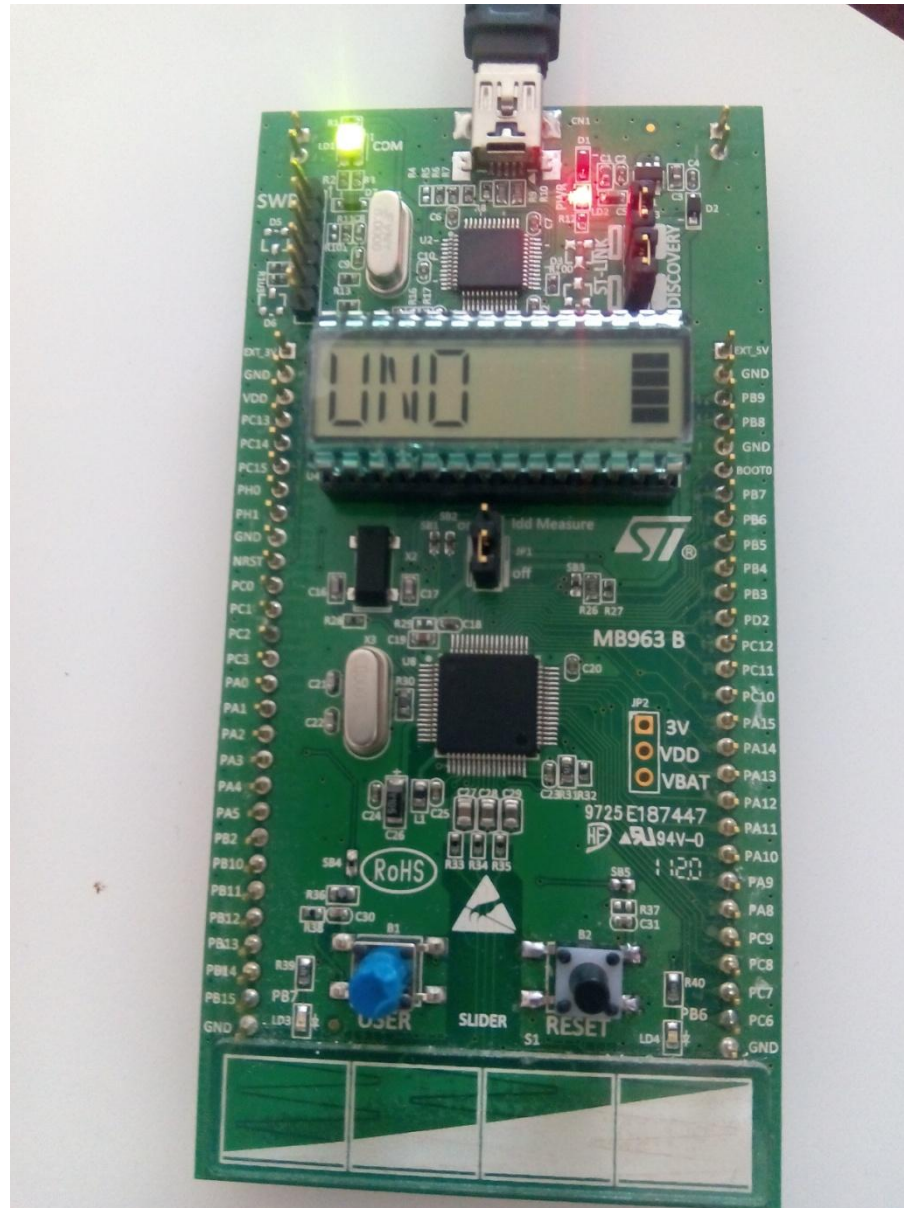


PROYECTO EJEMPLO PARA PROBAR EL LCD DE LA PLACA

```
/** Ejemplo de uso del LCD **/  
  
#include "Biblioteca_SDM.h"  
  
int main(void){  
    Init_SDM();  
    Init_LCD();  
  
    while (1) {  
        LCD_Limpia();  
        LCD_PreparaBarras(OFF, OFF, OFF, ON);  
        LCD_Texto("UNO");  
  
        LCD_Limpia();  
        LCD_PreparaBarras(OFF, OFF, ON, ON);  
        LCD_Texto("DOS");  
  
        LCD_Limpia();  
        LCD_PreparaBarras(OFF, ON, ON, ON);  
        LCD_Texto("TRES");  
  
        LCD_Limpia();  
        LCD_PreparaBarras(ON, ON, ON, ON);  
        LCD_Texto("MAAMBO");  
  
    }  
}
```



PRUEBA DEL PROYECTO EXPLICADO





EJERCICIOS

- 1) Cree el proyecto ejemplo y depúrelo.
- 2) Ejecútelo de forma seguida. ¿Ve algo en el display si lo ejecuta de forma seguida?.
- 3) Entre mensaje y mensaje en el LCD introduzca una espera de 1 segundo para poder ver algo, utilizando para ello un bucle **for** (intente ajustar en número de ciclos del bucle **for** para que cada espera sea de 1 segundo) . Para ello, tenga en cuenta:
 - Que cada instrucción en ensamblador se ejecuta en un único ciclo de reloj.
 - Que cada instrucción en C son varias instrucciones en ensamblador.
 - Que el reloj está funcionando a 32MHz.
- 4) Cambie el programa para que la función **for** creada esté dentro de una librería llamada “utiles.h” y sea más elegante.