Placa de Desarrollo 2009

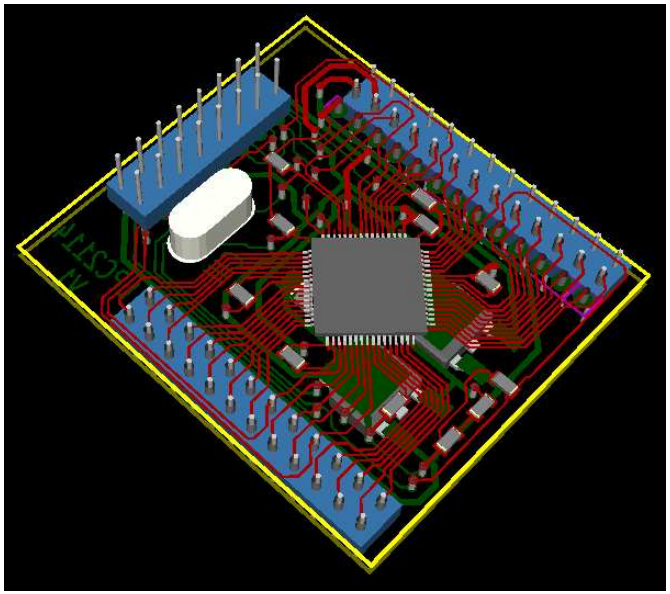
Objetivo: Hardware para proveer una plataforma sencilla de desarrollo
Características de la placa

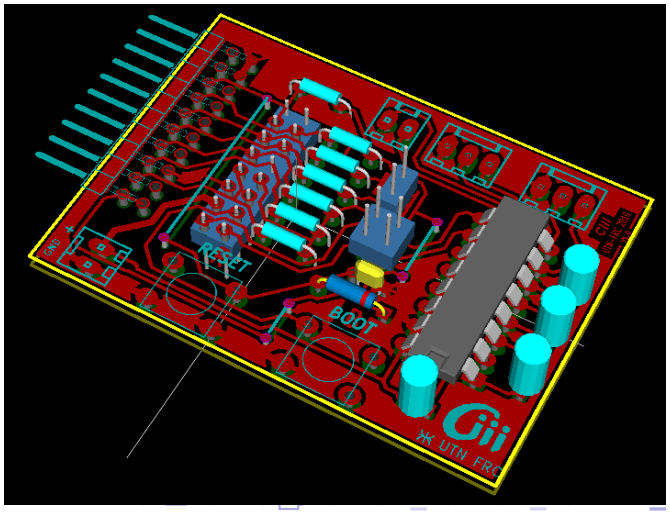
- Alimentación única de 5V
- Conversor de señales RS232 / TTL
- Conector JTAG
- Circuitos de soporte del LPC2114 (capacitores de desacople, cristal, reguladores de tensión 1,8 y 3, pulsador reset, pulsador de programación)

Placa de Desarrollo 2010

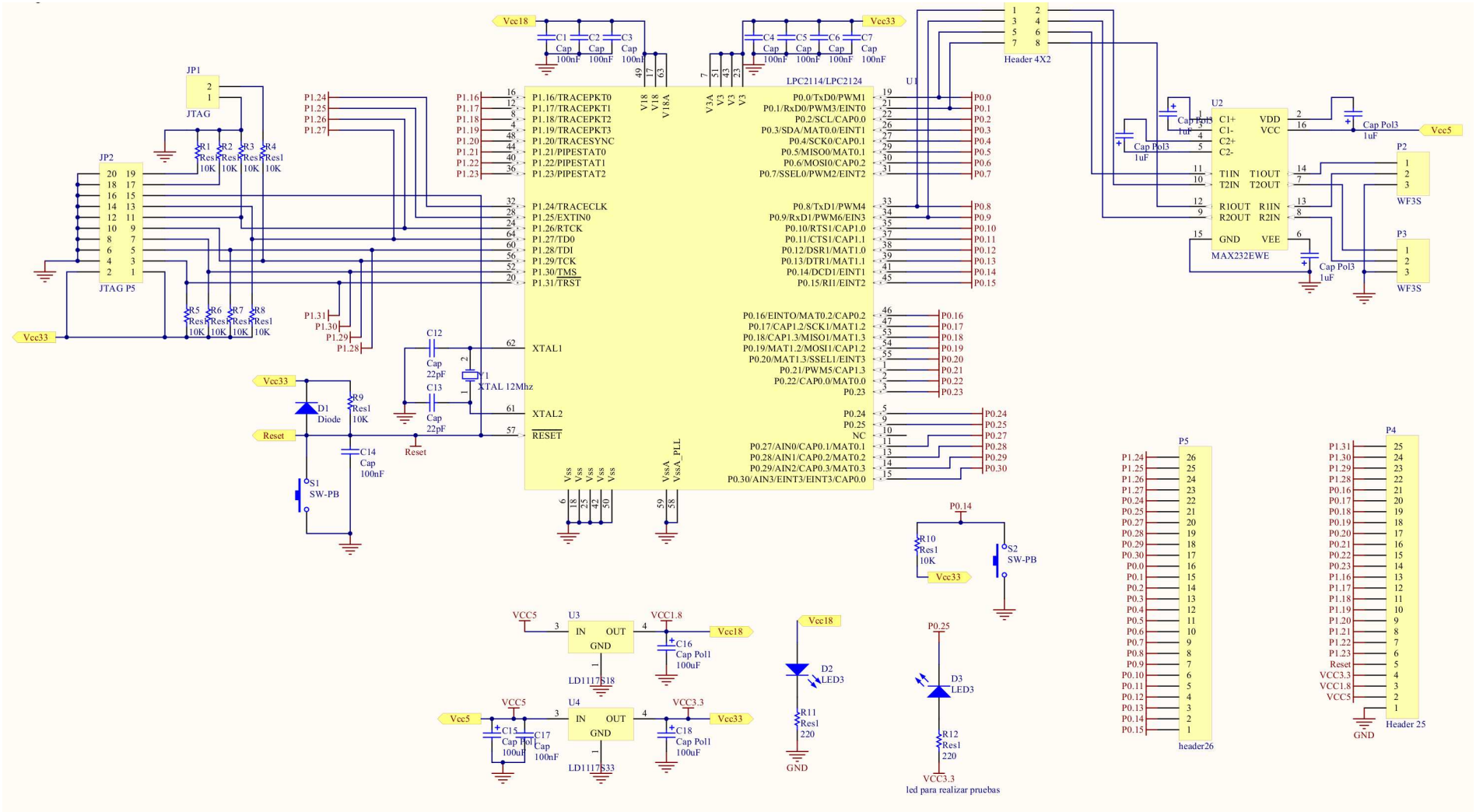
Objetivo: Hardware para disminuir costo de desarrollo y aplicación final
Consta de dos placas

- Placa ARM
  - Alimentación única de 5V
  - Conector multipropósito para RS232 / JTAG
  - Circuitos de soporte del LPC2114 (capacitores de desacople, cristal, reguladores 1,8 y 3)
- Grabadora
  - Alimentación desde o hacia la placa ARM en 5V
  - Conector RS232 y JTAG
  - pulsador reset, pulsador de programación





Esquemático



Herramientas de Desarrollo

- Herramientas Libres GNU-ARM

  YAGARTO IDE basado en GNU-ARM e interfase Eclipse, disponible solo para Windows `http://www.yagarto.de/`

  Tutoriales Paginas con pequeños script o tutoriales para compilar el GNU-ARM

  - OpenHardware `http://openhardware.net/Embedded_ARM/Toolchain/`
  - rod.info `http://rod.info/ARM7Micro`
  - gnu-arm-toolchain-installer `http://mcuprogramming.com/forum/arm/gnu-arm-toolchain`

Herramientas de Desarrollo

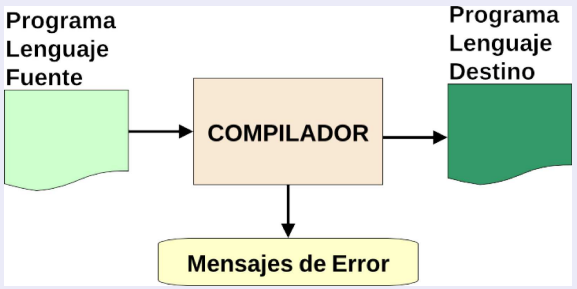
- Herramientas Pagas

Keil	Compilador propio `http://www.keil.com/`
IAR	Compilador propio `http://www.iar.com/`
CrossWorks	Compilador GNU `http://www.rowley.co.uk/arm/index.htm`
Embest	Compilador GNU `http://www.embedinfo.com`
Raisonance	Compilador GNU con librerías optimizadas `http://www.mcu-raisonance.com/`
CodeSourcery	Compilador GNU, versión LITE que permite usar el compilador GNU `http://www.codesourcery.com/abi_testsuite/`

Compilación

Compilador

Un compilador es un programa que traduce un programa escrito en un lenguaje de programación a otro lenguaje de programación.
Se divide en Front-End, Middle-End y Back-End.



Compilación Cruzada

Un compilador cruzado (cross-compiler) es un compilador capaz de generar ejecutables para otra plataforma diferente de aquella en la cual está corriendo.

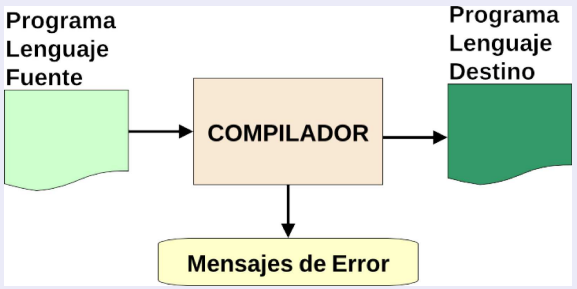
Tiempo de Compilación - Tiempo de Ejecución

Compile-time acciones relacionadas en la etapa de compilación.
Run-time acciones al momento en que el programa esta corriendo.

Compilación

Compilador

Un compilador es un programa que traduce un programa escrito en un lenguaje de programación a otro lenguaje de programación.
Se divide en Front-End, Middle-End y Back-End.



Compilación Cruzada

Un compilador cruzado (cross-compiler) es un compilador capaz de generar ejecutables para otra plataforma diferente de aquella en la cual está corriendo.

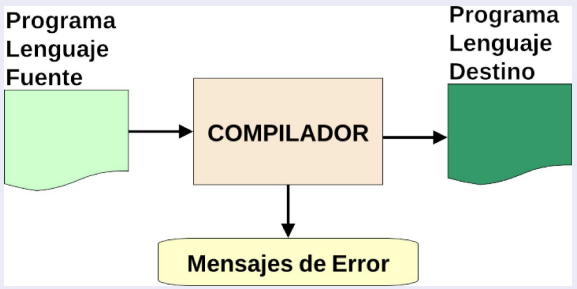
Tiempo de Compilación - Tiempo de Ejecución

Compile-time acciones relacionadas en la etapa de compilación.
Run-time acciones al momento en que el programa esta corriendo.

Compilación

Compilador

Un compilador es un programa que traduce un programa escrito en un lenguaje de programación a otro lenguaje de programación.
Se divide en Front-End, Middle-End y Back-End.



Compilación Cruzada

Un compilador cruzado (cross-compiler) es un compilador capaz de generar ejecutables para otra plataforma diferente de aquella en la cual está corriendo.

Tiempo de Compilación - Tiempo de Ejecución

Compile-time acciones relacionadas en la etapa de compilación.
Run-time acciones al momento en que el programa esta corriendo.

Proyecto GNU-ARM

GNU toolchain

Es un término general para nombrar a una colección de herramientas de programación producidas por el proyecto GNU.
Estas herramientas permiten realizar todo el proceso de compilación enlazado y depuración de una aplicación.

GNU ARM toolchain

Se refiere a la utilización de estas herramientas para generar código ARM.

Proyecto GNU-ARM

GNU toolchain

Es un término general para nombrar a una colección de herramientas de programación producidas por el proyecto GNU.
Estas herramientas permiten realizar todo el proceso de compilación enlazado y depuración de una aplicación.

GNU ARM toolchain

Se refiere a la utilización de estas herramientas para generar código ARM.

GNU-ARM

Provee las herramientas básicas para compilar un aplicación en ARM y realizar un debugging en este paquete dispondremos de

GCC

Compilador GNU para C y C++

GDB

Herramienta para realizar debugging, tanto local como remoto

Insight

IDE para realizar debugging y simulación.

NewLib

Implementación open source para sistemas embebidos de la biblioteca estándar de C

Binutils

Serie de utilidades para enlazar o ensamblar un proyecto o programa y proveer información de códigos objetos.

GNU-ARM

Provee las herramientas básicas para compilar un aplicación en ARM y realizar un debugging en este paquete dispondremos de

GCC

Compilador GNU para C y C++

GDB

Herramienta para realizar debugging, tanto local como remoto

Insight

IDE para realizar debugging y simulación.

NewLib

Implementación open source para sistemas embebidos de la biblioteca estándar de C

Binutils

Serie de utilidades para enlazar o ensamblar un proyecto o programa y proveer información de códigos objetos.

GNU-ARM

Provee las herramientas básicas para compilar un aplicación en ARM y realizar un debugging en este paquete dispondremos de

GCC

Compilador GNU para C y C++

GDB

Herramienta para realizar debugging, tanto local como remoto

Insight

IDE para realizar debugging y simulación.

NewLib

Implementación open source para sistemas embebidos de la biblioteca estándar de C

Binutils

Serie de utilidades para enlazar o ensamblar un proyecto o programa y proveer información de códigos objetos.

GNU-ARM

Provee las herramientas básicas para compilar un aplicación en ARM y realizar un debugging en este paquete dispondremos de

GCC

Compilador GNU para C y C++

GDB

Herramienta para realizar debugging, tanto local como remoto

Insight

IDE para realizar debugging y simulación.

NewLib

Implementación open source para sistemas embebidos de la biblioteca estándar de C

Binutils

Serie de utilidades para enlazar o ensamblar un proyecto o programa y proveer información de códigos objetos.

GNU-ARM

Provee las herramientas básicas para compilar un aplicación en ARM y realizar un debugging en este paquete dispondremos de

GCC

Compilador GNU para C y C++

GDB

Herramienta para realizar debugging, tanto local como remoto

Insight

IDE para realizar debugging y simulación.

NewLib

Implementación open source para sistemas embebidos de la biblioteca estándar de C

Binutils

Serie de utilidades para enlazar o ensamblar un proyecto o programa y proveer información de códigos objetos.

Proyecto con GNU-ARM

Un proyecto con GNU-ARM de sistemas embebidos, está compuesto de las siguientes partes

- archivo de cabecera
- linker script
- Makefile
- head.s
- aplicación
- archivos de salida

Dentro de la programación de un microcontrolador, se recurre constantemente a periféricos y/o características del hardware propias del modelo de microcontrolador usado, estos datos se resumen generalmente en direcciones de memoria o números de configuración, el uso de un archivo de cabecera sustituye estos números, por nemónicos mas fácil de recordar e independiente (en lo posible) al hardware usado.

Proyecto con GNU-ARM

Un proyecto con GNU-ARM de sistemas embebidos, está compuesto de las siguientes partes

- archivo de cabecera
- linker script
- Makefile
- head.s
- aplicación
- archivos de salida

Es el encargado de describir al enlazador cómo las secciones de los archivos de entrada deben ser ubicada en el archivo de salida, y para configurar la distribución de memoria en este archivo.
Otros Usos
Proveer a los archivos objetos de constantes con información de posiciones de los bloques, dar las herramientas para generar código reubicable, etc.

Proyecto con GNU-ARM

Un proyecto con GNU-ARM de sistemas embebidos, está compuesto de las siguientes partes

- archivo de cabecera
- linker script
- Makefile
- head.s
- aplicación
- archivos de salida

Utilidad que permite automatizar los pasos para construir un binario o libreria, partiendo de uno o varios programas destino.
Se basa en dependencias.

Proyecto con GNU-ARM

Un proyecto con GNU-ARM de sistemas embebidos, está compuesto de las siguientes partes

- archivo de cabecera
- linker script
- Makefile
- head.s
- aplicación
- archivos de salida

Cabecera de la aplicación

Necesaria para:

- Establecer en la posición adecuada los vectores del microcontrolador
- configuración de hardware PLL
- copia de variables preinicializadas y código en RAM
- invocar el main() de la aplicación

Proyecto con GNU-ARM

Un proyecto con GNU-ARM de sistemas embebidos, está compuesto de las siguientes partes

- archivo de cabecera
- linker script
- Makefile
- head.s
- aplicación
- archivos de salida

Series de programas que realizan la tarea para la cual tiene sentido el hardware

Proyecto con GNU-ARM

Un proyecto con GNU-ARM de sistemas embebidos, está compuesto de las siguientes partes

- archivo de cabecera
- linker script
- Makefile
- head.s
- aplicación
- archivos de salida

Resultado del makefile, compuesto por:

- Archivo ELF (Executable and Linkable Format), archivo binario resultante del enlazado, posee una estructura estándar de archivo ejecutable o libreria compartidas en UNIX.
- Archivo HEX, Imagen a grabar en el microcontrolador.
- Archivos de información, listado en assembler del código, tamaño a ocupar en la memoria, posiciones de variables en la memoria etc.

MakeFile

```
# ------------------------------------------------------------
# Makefile for ex1.elf
# ------------------------------------------------------------
LOADER  = lpc21isp
AS      = arm-elf-as
CC      = arm-elf-gcc
LD      = arm-elf-ld
OBJCOPY = arm-elf-objcopy
OBJDUMP = arm-elf-objdump

AFLAGS  = -mcpu=arm7tdmi -mapcs-32 --gstabs+
CFLAGS  = -Wall -O0  -mcpu=arm7tdmi -gstabs+
LDFLAGS = -Tlpc2114_flash.ld -nostartfiles

# =[ fuentes del programa ]====================================
SOURCES = head.s main.c led.c uart.c
# =[ nombre del archivo de salida ]============================
TARGET  = led.hex
```

MakeFile

```
OBJS1=$(SOURCES:.c=.o)
OBJS=$(OBJS1:.s=.o)
ELF=$(TARGET:.hex=.elf)
LST=$(TARGET:.hex=.lst)
MAP=$(TARGET:.hex=.map)

all: $(TARGET) $(LST)

depend.lst: $(SOURCES)
  $(CC) -MM $^ > depend.lst

#cargar dependencias
include depend.lst

#opcion de compilación para .c y .s
%.o:%.s
  $(AS) $(AFLAGS) $< -o $@
%.o:%.c
  $(CC) $(CFLAGS) -c $<
```

MakeFile

```
$(TARGET): $(ELF)
  $(OBJCOPY) -O ihex $< $@

$(ELF): $(OBJS)
  $(CC) $(CFLAGS) $(LDFLAGS)   $^ -o $@

$(LST): $(ELF)
  $(OBJDUMP) -S $(ELF) > $(LST)

clean:
  rm *.o *.elf *.hex *.lst

grabar:
  $(LOADER) -wipe -hex $(TARGET) /dev/ttyUSB0 115200 14745
```

LinkerScript

Tipos de información en una imagen ROM

- STARTUP (Assembler)
  - Vectores de Interrupción
  - Configuración de Hardware
  - Inicialización de memoria y copias de rutinas a SRAM
- Código de la Aplicación (C,C++,etc) Aplicación que va a correr en el sistema.
- Constantes (const char cadena[] = "Hola Mundo", archivos binarios, etc.)
- Variables Inicializadas
- Variables no Inicializadas

LinkerScript

Tipos de información en una imagen ROM

- STARTUP (Assembler)
  - Vectores de Interrupción
  - Configuración de Hardware
  - Inicialización de memoria y copias de rutinas a SRAM
- Código de la Aplicación (C,C++,etc) Aplicación que va a correr en el sistema.
- Constantes (const char cadena[] = "Hola Mundo", archivos binarios, etc.)
- Variables Inicializadas
- Variables no Inicializadas

LinkerScript

Tipos de información en una imagen ROM

- STARTUP (Assembler)
  - Vectores de Interrupción
  - Configuración de Hardware
  - Inicialización de memoria y copias de rutinas a SRAM
- Código de la Aplicación (C,C++,etc) Aplicación que va a correr en el sistema.
- Constantes (const char cadena[] = "Hola Mundo", archivos binarios, etc.)
- Variables Inicializadas
- Variables no Inicializadas

LinkerScript

Tipos de información en una imagen ROM

- STARTUP (Assembler)
  - Vectores de Interrupción
  - Configuración de Hardware
  - Inicialización de memoria y copias de rutinas a SRAM
- Código de la Aplicación (C,C++,etc) Aplicación que va a correr en el sistema.
- Constantes (const char cadena[] = "Hola Mundo", archivos binarios, etc.)
- Variables Inicializadas
- Variables no Inicializadas

LinkerScript

Tipos de información en una imagen ROM

- STARTUP (Assembler)
  - Vectores de Interrupción
  - Configuración de Hardware
  - Inicialización de memoria y copias de rutinas a SRAM
- Código de la Aplicación (C,C++,etc) Aplicación que va a correr en el sistema.
- Constantes (const char cadena[] = "Hola Mundo", archivos binarios, etc.)
- Variables Inicializadas
- Variables no Inicializadas

LinkerScript

Tipos de información en una imagen ROM

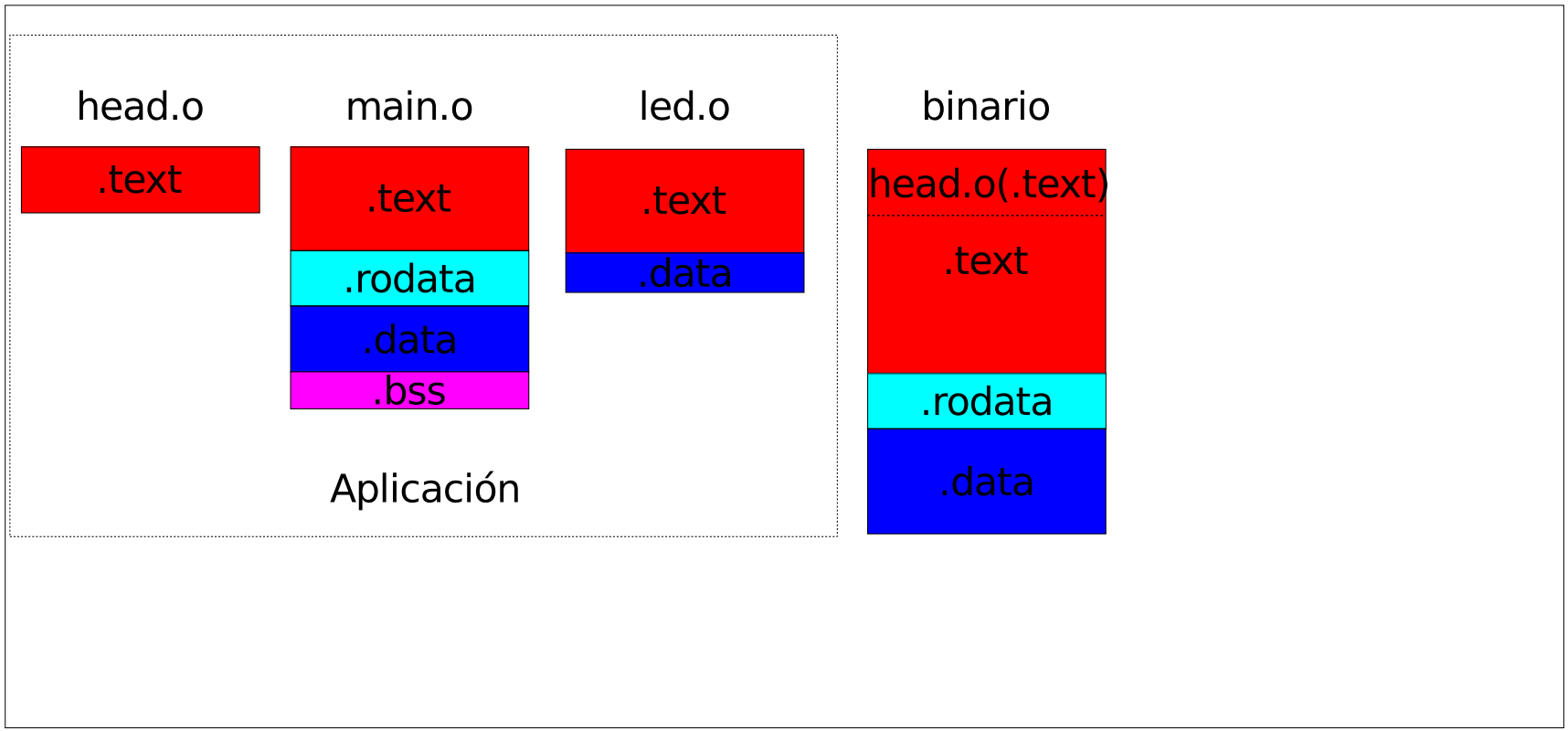
- STARTUP (Assembler)
  - Vectores de Interrupción
  - Configuración de Hardware
  - Inicialización de memoria y copias de rutinas a SRAM
- Código de la Aplicación (C,C++,etc) Aplicación que va a correr en el sistema.
- Constantes (const char cadena[] = "Hola Mundo", archivos binarios, etc.)
- Variables Inicializadas
- Variables no Inicializadas

LinkerScript (Código en Flash)

La aplicación.

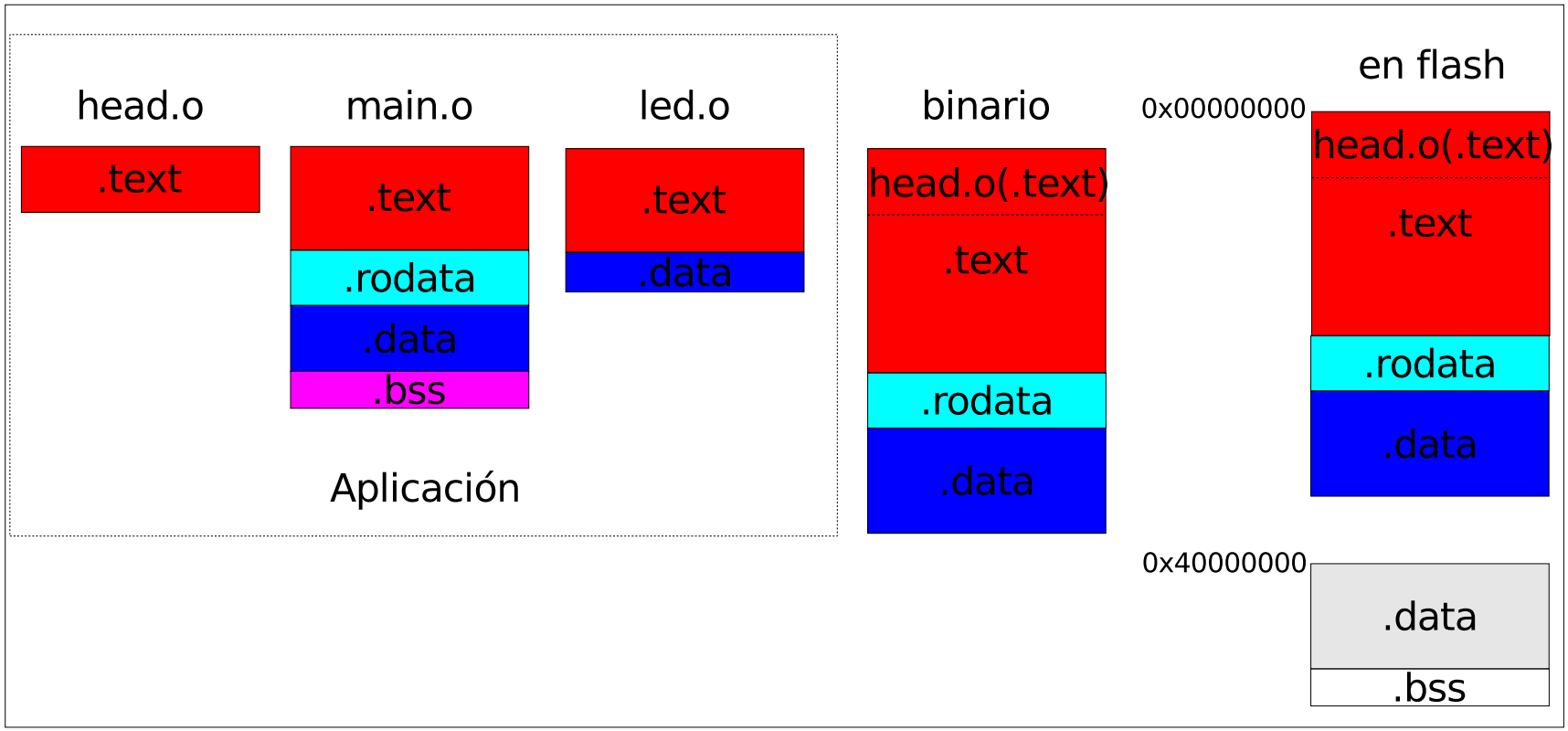
LinkerScript (Código en Flash)

Archivo Enlazado.



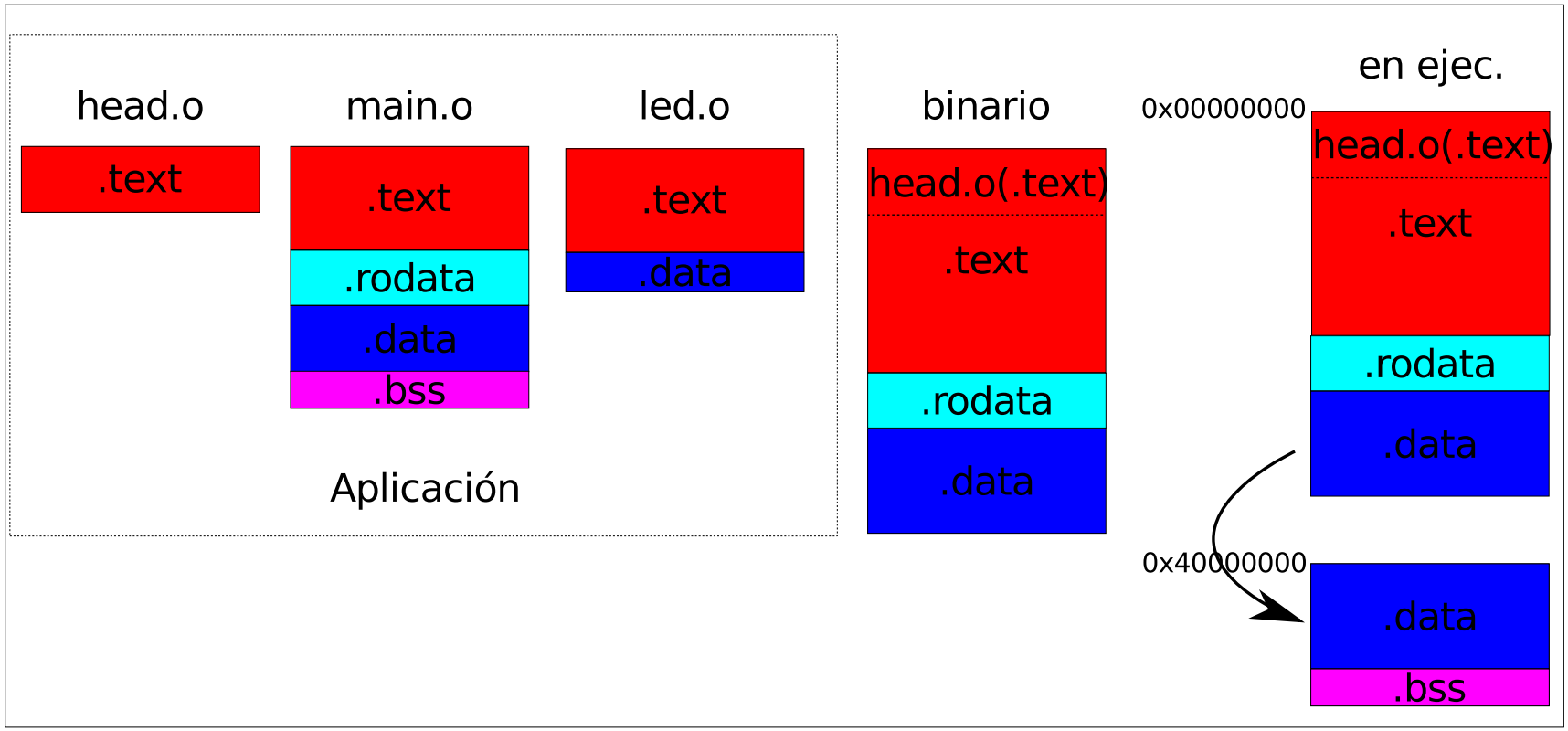
LinkerScript (Código en Flash)

Archivo binario grabado al microcontrolador.



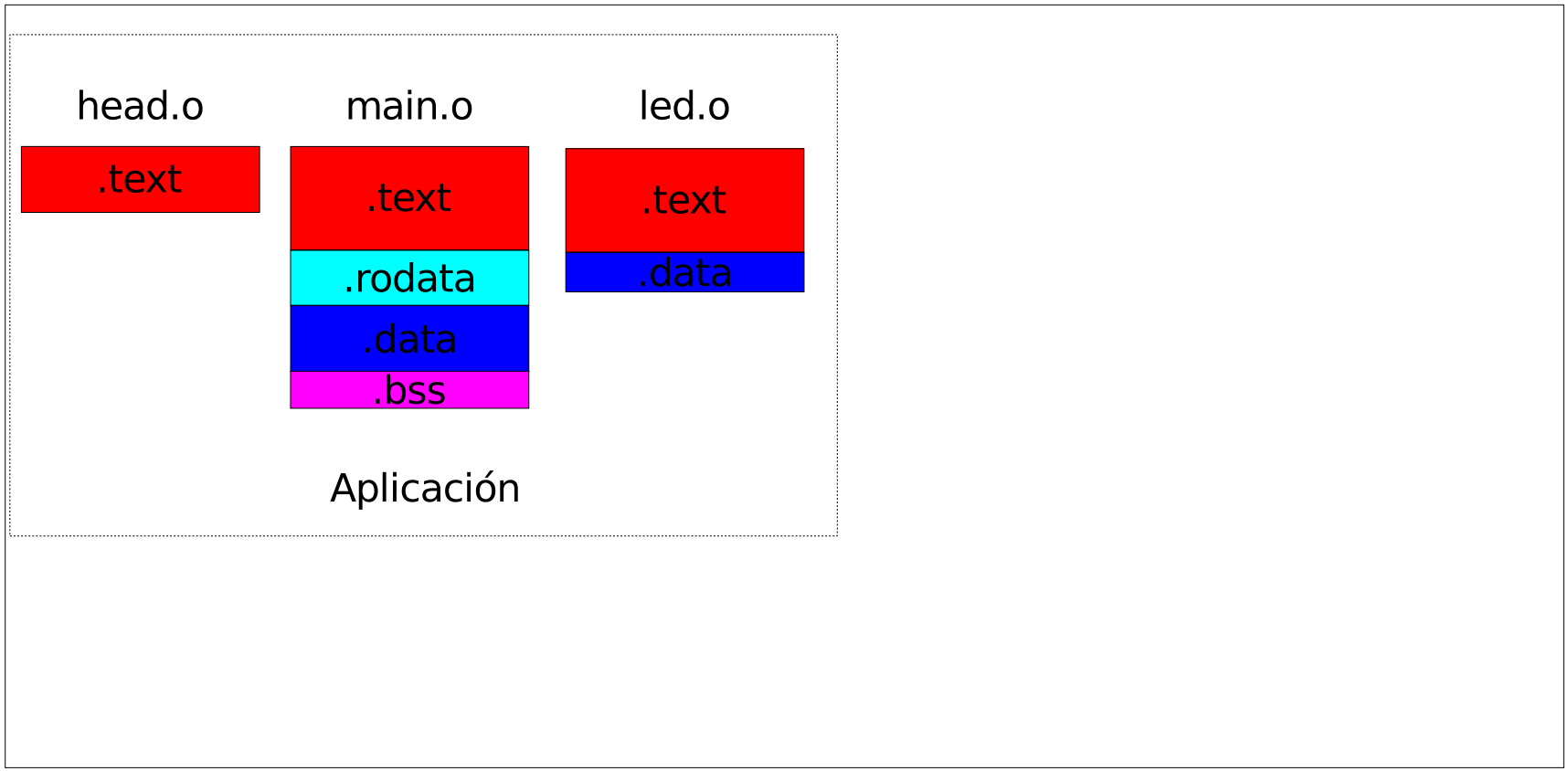
LinkerScript (Código en Flash)

Aplicación en ejecución.



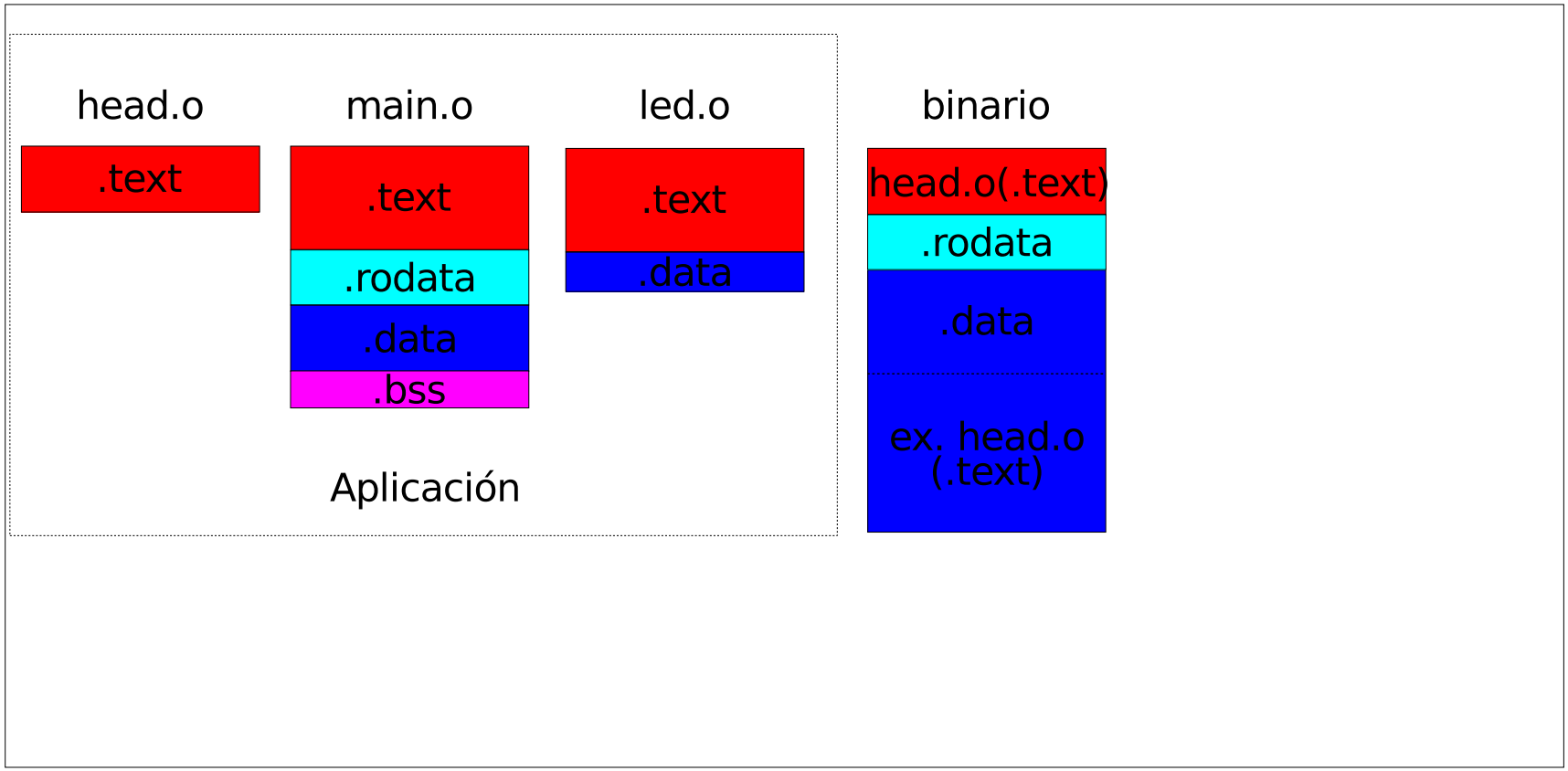
LinkerScript (Código en SRAM)

La aplicación.



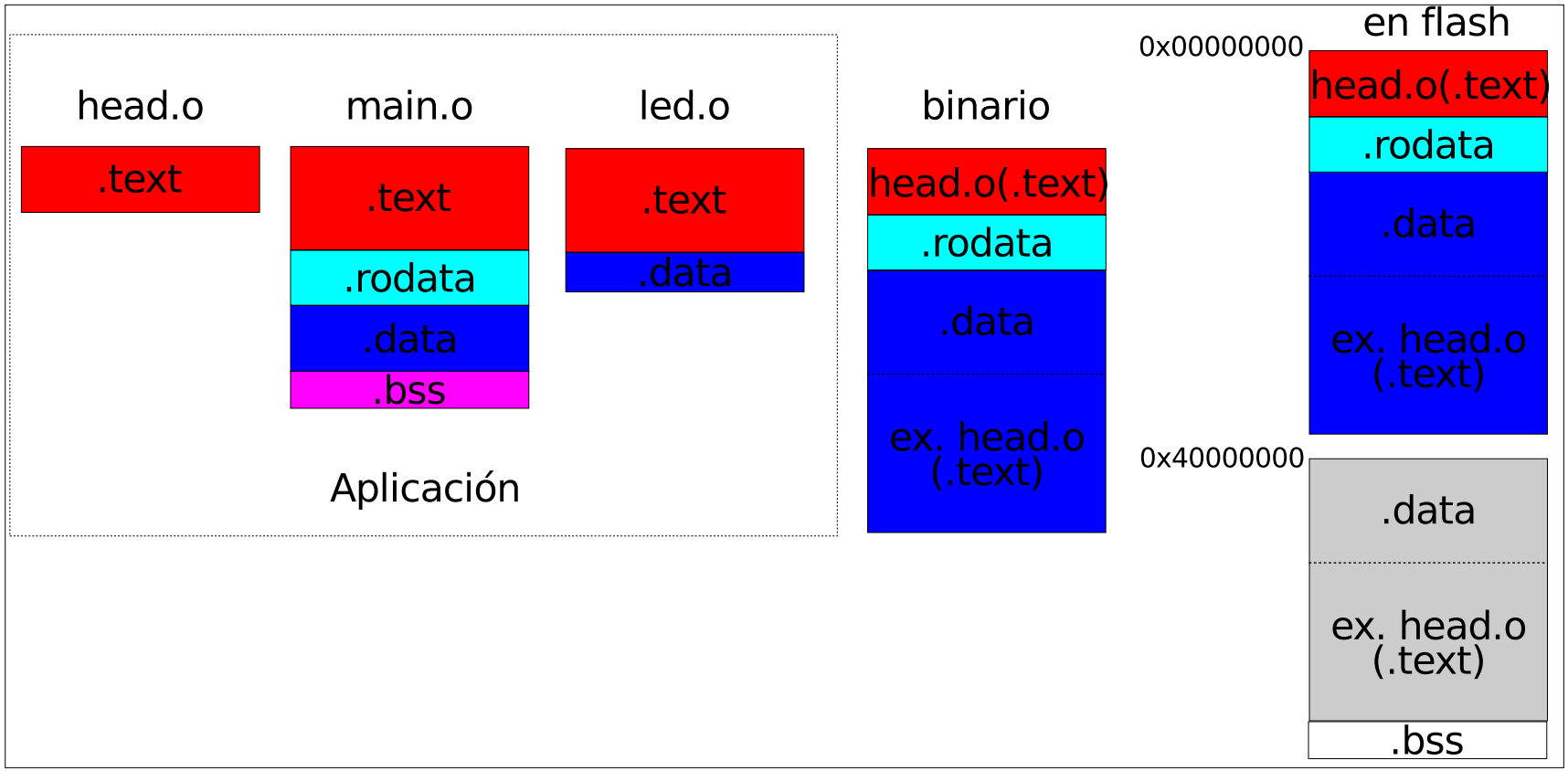
LinkerScript (Código en SRAM)

Archivo Enlazado.



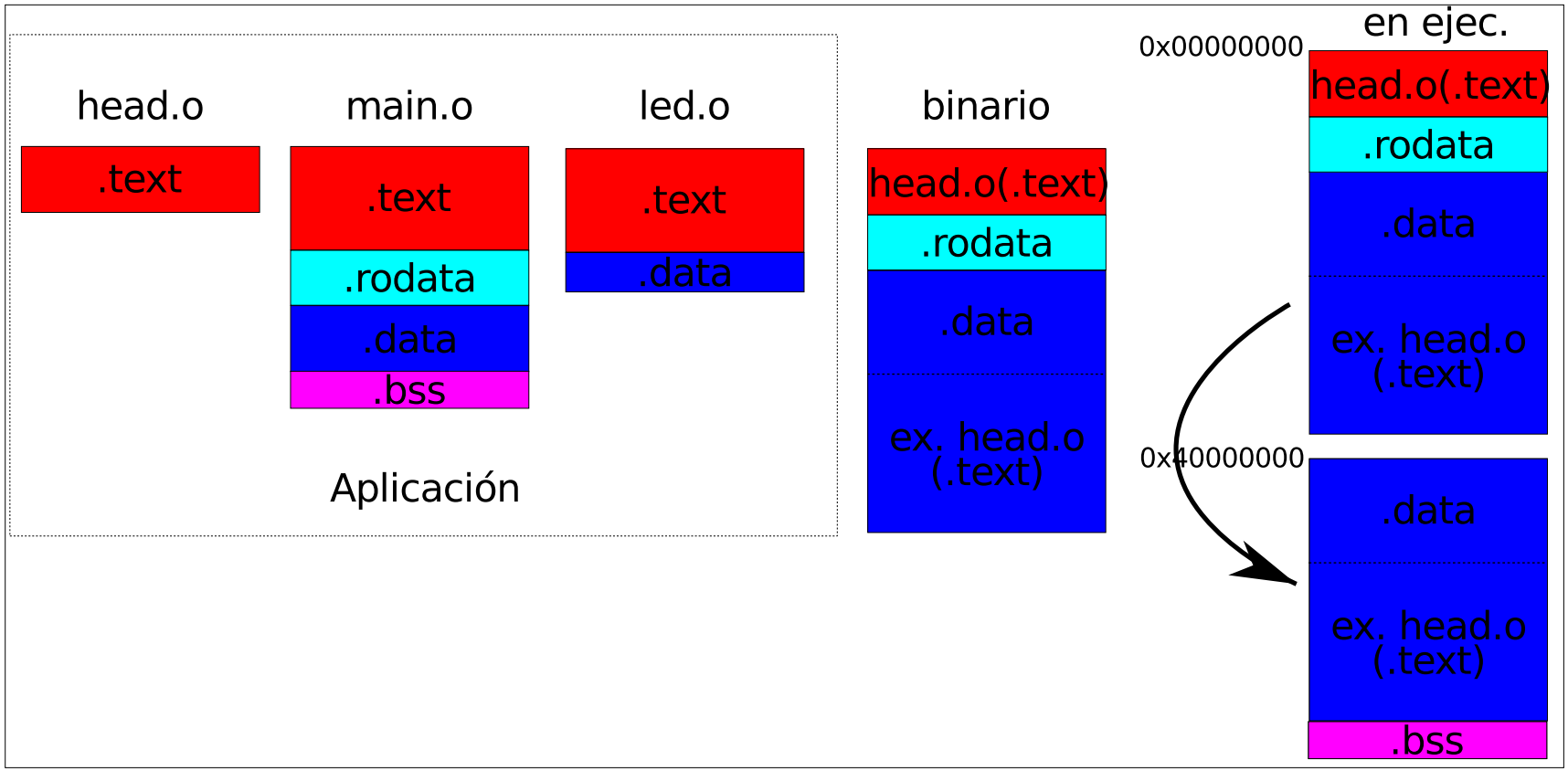
LinkerScript (Código en SRAM)

Archivo binario grabado al microcontrolador.



LinkerScript (Código en SRAM)

Aplicación en ejecución.



LinkerScript

```
MEMORY
{
    flash (rx) : org = 0x00000000, len = 0x00020000
    sram  (rw) : org = 0x40000000, len = 0x00004000
}

SECTIONS
  {
  /* .text Sección de código ejecutable */
    .text :
    {
      *head.o (.text)
      *(.text)
    } > flash
    . = ALIGN(4);
  /* .rodata Sección de variables de solo lectura */
    .rodata :
    {
      *(.rodata)
    } > flash
    . = ALIGN(4);
```

LinkerScript

```
/* .data Sección de variables preinicializadas */
  _etext = . ;
  .data : AT (_etext)
  {
    _data = . ;
    *(.data)
    _edata = . ;
  } > sram
  . = ALIGN(4);
/* .bss Sección de variables no inicializadas */
  .bss :
  {
    _bss = . ;
    *(.bss)
    _ebss = . ;
  } > sram
  . = ALIGN(4);
  _end = .;
/* Stabs debugging sections.  */
```

head.s

Tareas a realizar para aplicaciones en C

- Declarar los vectores
- Establecer el PLL
- Copiar la sección .data (variables inicializadas) a la SRAM
- Borrar .bss (variables no inicializadas)
- Establecer el stack pointer
- Saltar al main del C

head.s Declarar Vectores

```
...
...
_start:
b reset   /* reset */
b loop   /* undefined instruction  */
b loop   /* software interrupt */
b loop   /* prefetch abort */
b loop   /* data abort */
nop      /* reserved for the bootloader checksum */
ldr pc, [pc, #-0x0FF0] /* VicVectAddr */
b loop   /* FIQ */
...
...
```

head.s Copiar la sección .data y borrar .bss

```
...
/* Copiar .data */
ldr r0, data_source @ indica la posición donde están guardados los valores
ldr r1, data_start  @ indica la pos.de la RAM donde comienza la zona de var
ldr r2, data_end    @ indica la pos.de la RAM donde finaliza la zona de var
copy_data:
cmp   r1, r2
ldrne r3, [r0], #4
strne r3, [r1], #4
bne   copy_data
/* Borrar el sector de variables no inicializadas .bss */
ldr r0, =0
ldr r1, bss_start  @ indica la pos.de la RAM donde comienza la zona de vari
ldr r2, bss_end    @ indica la pos.de la RAM donde finaliza la zona de vari
clear_bss:
cmp   r1, r2
strne r0, [r1], #4
bne   clear_bss
....
```

head.s Saltar a main y valores tomados del linker

```
...
...
ldr   r10,=main
mov   lr,pc
bx    r10
/* si retorna del main entonces entrar en un bucle infinito*/
loop:   b   loop
...
...
/* Simbolos del linker script */
data_source:    .word   _etext
data_start:     .word   _data
data_end:       .word   _edata
bss_start:      .word   _bss
bss_end:        .word   _ebss
...
...
```