

# Trabajo Práctico #0: Infraestructura básica

Julian Ferres, *Padrón Nro. 101483*  
julianferres@gmail.com

Cecilia María Hortas, *Padrón Nro. 100687*  
ceci.hortas@gmail.com

Matías Ezequiel Scakosky, *Padrón Nro. 99627*  
scakosky@hotmail.com

2do. Cuatrimestre de 2018

66.20 Organización de Computadoras – Práctica Martes  
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

## Resumen

Se propone como objetivo del Trabajo Práctico familiarizarse con las herramientas de software que serán utilizadas a lo largo de la cursada. Para eso se plantea la realización de un programa en lenguaje C para codificar y decodificar información en base64. Se utiliza el programa GXemul para simular el entorno de desarrollo, una máquina MIPS que corre una versión de NetBSD.

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Documentación relevante al diseño e implementación del programa</b>	<b>3</b>
2.1. Diseño . . . . .	3
2.2. Detalle de implementación . . . . .	3
2.2.1. Función encode . . . . .	3
2.2.2. Función decode . . . . .	4
<b>3. Comandos para compilar el programa</b>	<b>5</b>
<b>4. Corridas de prueba</b>	<b>6</b>
<b>5. Código fuente en C</b>	<b>7</b>
5.1. main.c . . . . .	7
5.2. code.c . . . . .	8
<b>6. Código MIPS32 generado por el compilador</b>	<b>11</b>
6.1. main.s . . . . .	11
6.2. code.s . . . . .	17
<b>7. Conclusiones</b>	<b>18</b>

## 1. Introducción

Se propone escribir un programa en lenguaje C que codifique o decodifique información de base64. Se cuentan con una serie de comandos básicos para el desarrollo del programa que serán detallados en el subtítulo de Implementación. El objetivo principal del programa consiste en realizar una acción que puede ser codificar o decodificar a partir de un archivo de entrada y generar un archivo de salida. En caso de no recibir los nombres de archivos se utiliza por defecto los streams standar stdin y stdout.

## 2. Documentación relevante al diseño e implementación del programa

A partir de la consigna se determina que los comandos que debe incluir el programa son:

- h, --help Despliega el menú de ayuda
- V, --version Imprime la versión y cierra el programa
- i, --input Determina la ubicación del archivo de entrada
- o, --output Determina la ubicación del archivo de salida
- a, --action Determina la acción que ejecuta el programa: codificar (por defecto) o decodificar

### 2.1. Diseño

El programa principal se encuentra desarrollado en la función `main`. Se detalla todo lo relativo al manejo de los comandos y se utiliza la librería `getopt.h`. Se guarda en el archivo `main.c`

Las acciones de codificar y decodificar se separan en funciones distintas y se implementan siguiendo una lógica similar. Ambas están en el archivo `code.c`

Pueden encontrar el código de nuestro programa en el repositorio:  
<https://github.com/chortas/Orga-de-Compus-6620>

### 2.2. Detalle de implementación

#### 2.2.1. Función encode

La función `encode` plantea un problema que radica en leer 6 bits cuando las funciones en C leen de a 1 byte como mínima unidad. Se utiliza la función `fgetc` que lee de a 1 carácter, es decir, 1 byte y se emplean las llamadas máscaras que permiten obtener los bits necesarios para procesar la información. Además, para acomodar los mismos a las posiciones que sean necesarias en cada caso se utilizan los operadores `>>` o `<<` que simbolizan `shift right` o `shift left` respectivamente. Todos los números obtenidos se utilizan como índice de la tabla de b64 para realizar la traducción y se escribe de la misma al archivo de salida o a stdout.

Caso 1: Se leen 8 bits y se desean obtener los primeros 6. Para ello se utiliza el operador `and` entre el carácter obtenido y la máscara `11111100` o `0xFC` y se

realiza un shift de dos posiciones a la derecha para que esos 6 bits se localicen en los últimas 6 posiciones.

Caso 2: Se leen los próximos 8 bits. Se forman 6 bits a partir de los 2 bits sobrantes del **Caso 1** y de los 4 primeros bits del carácter leído en este caso. Los 2 bits sobrantes se obtienen con el operador **and** entre el carácter obtenido en el **Caso 1** y la máscara 00000011 o 0x03. Se realiza un shift de cuatro posiciones a la izquierda ya que deben dejar libres las últimas posiciones para los 4 bits mencionados. Los cuatro restantes se forman a partir del operador **and** entre el carácter leído en este caso y la máscara 11110000 o 0xF0. Se realiza un shift de cuatro posiciones a la derecha ya que deben ser los últimos 4 bits del número formado. Para armar el número de 6 bits a partir de estas dos descomposiciones se utiliza el operador **|** entre ambas variables.

Caso 3: Se leen los próximos 8 bits. En este caso se formarán dos números. El primero con los 4 bits restantes del **Caso 2** y los primeros 2 bits del carácter leído en este caso. El segundo con los últimos 6 bits del carácter leído en este caso.

Para obtener el primer número se utiliza el operador **|** entre dos variables:

-La primera se forma con los 4 bits restantes del carácter del **Caso 2**. Para ello se utiliza el operador **and** entre dicho carácter y la máscara 00001111 o 0x0F. Además se utiliza un shift a izquierda de 2 posiciones para dejar libre las posiciones de los 2 caracteres restantes.

-La segunda se forma con los primeros 2 bits del carácter leído en este caso. Para ello se utiliza el operador **and** entre dicho carácter y la máscara 11000000 o 0xC0. Se realiza un shift a derecha de 6 posiciones para que queden posicionados dichos bits en las últimas posiciones.

Para obtener el segundo número se utiliza el operador **and** entre el carácter leído en este caso y la máscara 00111111 o 0x3F para obtener los últimos 6 bits.

Al finalizar estos 3 casos se vuelve al **Caso 1** y se renueva el ciclo.

En caso de tener 2 o 4 bits faltantes se rellenan con ceros y se agrega un **=** o un **==** respectivamente al final del texto para señalar dicho agregado.

### 2.2.2. Función decode

La función **decode** plantea el problema de leer un carácter que proviene de la base64. Para traducirlo al número del cual proviene (1 a 64) se utiliza una función auxiliar que devuelve el índice de la tabla formato b64 al que corresponde dicho carácter. Siempre se trabajarán con dichos números y se los tratará como números de 6 bits. Como la lectura es de a 8 bits, los primeros 2 bits serán siempre 0. Se utiliza la función **fgetc** que lee de a 1 carácter, es decir, 1 byte y se emplean al igual que en el **encode** las llamadas máscaras y las operaciones de shift para acomodar los números a las posiciones determinadas en cada caso.

Se distinguen 3 casos:

Caso 1: Se utilizan los 6 bits del número obtenido con la función auxiliar y se traduce el próximo carácter a leer a través de la función auxiliar mencionada de la cual se obtienen también otros 6 bits. De esta manera, el número de 8 bytes se construye con el operador **|** entre los 6 bits del primero y los primeros 2 bits del segundo.

- El primero se forma a partir de un shift a izquierda de 2 posiciones para dejar libre dichas posiciones a los primeros 2 bits del segundo número formado.
- El segundo número se forma a partir del operador **and** entre el segundo índice obtenido a través de la función auxiliar y la máscara 00110000 o 0x30. Se realiza un shift de 4 posiciones a la derecha para que queden localizados en las dos últimas posiciones.

Caso 2: Se utilizan los 4 bits que sobraron del **Caso 1** y se lee el próximo carácter, del cual se obtiene el índice de la tabla B64 con la función auxiliar mencionada y se utilizan los primeros 4 bits. Se utiliza el operador **|** para unificar ambos números.

- Para obtener el primer número se realiza un shift a izquierda de 4 posiciones para dejar libres las últimas 4 posiciones para el segundo número.
- Para obtener el segundo número se utiliza el operador **and** entre el índice devuelto por la función auxiliar en este caso y la máscara 00111100 o 0x3C. Se utiliza esa máscara porque los primeros 2 bits siempre son 0, como fue mencionado anteriormente. Para que esos 4 bits se ubiquen en las últimas 4 posiciones se realiza un shift a derecha de valor 2.

Caso 3: Se utilizan los 2 bits sobrantes del **Caso 2** y se lee un nuevo carácter, que se traduce a partir de la función auxiliar mencionada a un nuevo índice entre 0 y 64 del cual se toman los 6 bits del mismo. Ambos números se utilizan con el operador **|**.

- El primer número se obtiene a partir de un shift a izquierda de 6 posiciones del número obtenido en el **Caso 2** a partir de la función auxiliar. De esta manera deja los últimos 6 bits libres para el segundo número.
- El segundo número se obtiene a partir del operador **and** entre el índice obtenido previamente y la máscara 00111111 o 0x3F.

Al finalizar estos 3 casos se vuelve al **Caso 1** y se renueva el ciclo.

A medida que se fueron obteniendo los distintos números se escribieron en el archivo de salida o en la salida stdout, según corresponda. En caso de encontrar un `=` o `==` significa la finalización de la lectura.

### 3. Comandos para compilar el programa

En esta sección se detallan los pasos para compilar el programa en NetBSD a partir del entorno proporcionado por GXemul.

- Desde el directorio donde se instaló GXemul se corre el siguiente comando para bootear la imagen del disco patrón: `hostOS# ./gxemul -e 3max -d netbsd-pmax.img`
- Desde otra consola de linux se crea en el host OS con el usuario root un alias para la interfaz loopback (lo:0) con la IP 172.20.0.1 con el siguiente comando: `hostOS# ifconfig lo:0 172.20.0.1`
- Luego se ejecutan los siguientes comandos para la conexión contra la interfaz creada:
 

```
hostOS# export TERM=xterm
hostOS# ssh -p 2222 root@127.0.0.1
```

- Se transfieren los archivos a compilar a NetBSD con los siguientes comandos:

```
scp -P2222 -r TP0 root@127.0.0.1:/root/TP0NetBSD
```

- Luego se ejecutan los siguientes comandos para realizar la compilación y extraer el código MIPS generado por el compilador en el sistema operativo que corre sobre GXemul:

```
root@: # ls
```

```
root@: # pwd
```

```
root@: # mkdir TP0NetBSD
```

```
root@: # cd TP0NetBSD
```

```
root@: /TP0NetBSD/TP0# gcc -Wall -O0 -S -mrnames *.c
```

- `-s` para detener el compilador luego de generar el código assembly.
- `-mrnames` para cambiar los números de los registros por sus nombres de convención

- Luego se transfiere el archivo `.s` para el sistema operativo sobre el cual corre GXemul:

```
hostOS# scp -P2222 root@127.0.0.1:/root/TP0NetBSD/TP0/*.s /home/user
```

## 4. Corridas de prueba

Las pruebas realizadas se basaron en los ejemplos del enunciado. Se probaron los comandos básicos como `-h` y `-V` para probar que muestren el resultado esperado.

Luego, para probar los comandos `-a action -i input -o output` se realizó lo siguiente:

- Se probó que de omitir esos comandos la acción por default sea la ejecución de `encode` con la entrada por `stdin` y la salida generada por `stdout`.
- Se probó que de omitir nombres de archivos de `input` y `output` los archivos tomados por default eran los *stream* estándar.
- Se probó que de recibir los nombres de archivos de entrada y salida las acciones esperadas se concretaban. Se tomaron los ejemplos mencionados en el enunciado.
- Finalmente se ejecutó el siguiente comando en la terminal para verificar que archivos de tamaño creciente codificaban y decodificaban correctamente: `n=1;while ;; do head -c n </dev/urandom >/tmp/in.bin; ./main -a encode -i /tmp/in.bin -o /tmp/out.b64; ./main -a decode -i /tmp/out.b64 -o /tmp/out.bin; if diff /tmp/in.bin /tmp/out.bin; then ;; else echo ERROR: n; break; fi; echo ok: n; n=$((n+1)); rm -f /tmp/in.bin /tmp/out.b64 /tmp/out.bin; done`

## 5. Código fuente en C

### 5.1. main.c

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <getopt.h>
#include <stdbool.h>
#include "code.h"

//Definición del menú de ayuda
const char HELP[] = "Usage:\n tp0 -h \n tp0 -V \n tp0 [options] \n Options: \n
-V, --version Print version and quit. \n -h, --help Print this information. \n
-i, --input Location of the input file. \n -a, --action Program action: encode (default)
or decode. \n";

//Definición de la versión del programa
const char VERSION[] = "2018.9.18 \n";

int main (int argc, char const *argv[]) {

    static struct option long_options[] = {
        {"version", no_argument, 0, 0 },
        {"help", no_argument, 0, 0 },
        {"input", optional_argument, 0, 0},
        {"output", optional_argument, 0, 0},
        {"action", optional_argument, 0, 0},
        {0, 0, 0, 0 }
    };

    int opt;
    FILE* fp = stdin;
    FILE* wfp = stdout;
    int option_index = 0;

    while ((opt = getopt_long(argc, argv, "Vha:i:o:",
        long_options, &option_index)) != -1) {

        bool isencode;
        switch (opt) {

            case 'h':
                fprintf(stdout, HELP);
                return 0;
            case 'V':
                fprintf(stdout, VERSION);
                return 0;
            case 'a':
                if (! strcmp(optarg, "encode")) {
```

```

        isencode = true;
    }
    if (! strcmp(optarg, "decode")) {
        isencode = false;
    }
    case 'i':
        if (argc >= 5) {
            fp = fopen(argv[4], "r");
            if(! fp) {
                fprintf(stderr, "File not found \n");
            }
        }
    case 'o':
        if (argc >= 7) {
            wfp = fopen(argv[6], "w");
            if(! wfp) {
                fprintf(stderr, "File Error \n");
            }
        }
        break;
    case 0:
        abort();
    }
    if(isencode) encode(fp, wfp);
    else decode(fp, wfp);
    fclose(fp);
    fclose(wfp);
    return 0;
}
encode(fp, wfp); //Accion por default
return 0;
}

```

## 5.2. code.c

```

#include "code.h"

//Definición de la tabla B64
const char B64[64]= {'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G', 'H', 'I', 'J', 'K', 'L',
    'M', 'N', 'O', 'P', 'Q', 'R', 'S', 'T', 'U', 'V', 'W', 'X', 'Y', 'Z', 'a', 'b',
    'c', 'd', 'e', 'f', 'g', 'h', 'i', 'j', 'k', 'l', 'm', 'n', 'o', 'p', 'q', 'r',
    's', 't', 'u', 'v', 'w', 'x', 'y', 'z', '0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7',
    '8', '9', '+', '/'};

encode(FILE* fp, FILE* wfp) {

    //Definición de las máscaras a utilizar
    unsigned char a1mask = 0xFC;
    unsigned char a2mask = 0x03;
    unsigned char b1mask = 0xF0;

```



```

unsigned char b2mask = 0x0F;
unsigned char c1mask = 0xC0;
unsigned char c2mask = 0X3F;

//Definición de los resultados y variables temporales
int contador = 0;
int a1, a2, b1, b2, c1, c2;

int character = fgetc(fp);

while(character != EOF) {

    unsigned char buffer = (unsigned char) character;

    if(contador == 0) {
        a1 = buffer & a1mask;
        a1 = a1 >> 2;
        a2 = buffer & a2mask;
        a2 = (unsigned char) a2 << 4;

        contador++;
        fprintf(wfp, "%c", B64[a1]);
        character = fgetc(fp);
        continue;
    }

    if(contador == 1) {
        b1 = buffer & b1mask;
        b1 = b1 >> 4;
        b1 = b1 | a2;
        b2 = buffer & b2mask;
        b2 = (unsigned char)b2 << 2;

        contador++;
        fprintf(wfp, "%c", B64[b1]);
        character = fgetc(fp);
        continue;
    }

    if(contador == 2) {
        c1 = buffer & c1mask;
        c1 = c1 >> 6;
        c1 = c1 | b2;
        c2 = buffer & c2mask;

        contador = 0;
        fprintf(wfp, "%c", B64[c1]);
        fprintf(wfp, "%c", B64[c2]);
        character = fgetc(fp);
        continue;
    }
}

```

```

        }
    }

    switch (contador) {
        case 2:
            fprintf(wfp, "%c", B64[b2]);
            fprintf(wfp, "=");
            break;
        case 1:
            fprintf(wfp, "%c", B64[a2]);
            fprintf(wfp, "==");
            break;
    }
}

int get_i64(unsigned char c) {
    for(int i=0; i<64; i++){
        if(B64[i] == c) return i;
    }
    return -1;
}

void decode(FILE* fp, FILE* wfp) {

    //Definición de las máscaras a utilizar
    unsigned char mask1 = 0x30;
    unsigned char mask2 = 0x3C;
    unsigned char mask3 = 0x3F;

    //Definición de los resultados y variables temporales
    int contador = 0;
    unsigned char a, b, c, d;

    int caracter = fgetc(fp);
    unsigned char ascii_index = (unsigned char) caracter;
    a = (unsigned char) get_i64(ascii_index);

    while(caracter != EOF ) {

        if(contador == 0) {
            caracter = fgetc(fp);
            if(caracter == -1) break;

            unsigned char ascii_index = (unsigned char) caracter;
            b = (unsigned char) get_i64(ascii_index);

            a = a << 2;
            a = a | ((b & mask1) >> 4);

```

```

        fprintf(wfp, "%c", a);
        contador++;
        continue;
    }

    if(contador == 1) {
        character = fgetc(fp);
        if(character == '=') break;

        unsigned char ascii_index = (unsigned char) character;
        c = (unsigned char) get_i64(ascii_index);

        b = b << 4;
        b = b | ((c & mask2) >> 2);

        fprintf(wfp, "%c", b);
        contador++;
        continue;
    }

    if(contador == 2) {
        character = fgetc(fp);
        if (character == '=') break;

        unsigned char ascii_index = (unsigned char) character;
        d = (unsigned char) get_i64(ascii_index);

        c = c << 6;
        c = c | (d & mask3);

        fprintf(wfp, "%c", c);
        a = (unsigned char) get_i64(fgetc(fp)) ;
        contador = 0;
        continue;
    }
}
}

```

## 6. Código MIPS32 generado por el compilador

### 6.1. main.s

```

.file          1 "main.c"
.section .mdebug.abi32
.previous
.abicalls
.globl         HELP
.rdata

```

```

        .align      2
        .type       HELP, @object
        .size       HELP, 231

HELP:
        .ascii      "Usage:\n"
        .ascii      " tp0 -h \n"
        .ascii      " tp0 -V \n"
        .ascii      " tp0 [options] \n"
        .ascii      " Options: \n"
        .ascii      " -V, --version Print version and quit. \n"
        .ascii      " -h, --help Print this information. \n"
        .ascii      " -i, --input Location of the input file. \n"
        .ascii      " -a, --action Program action: encode (default) or decode"
        .ascii      ". \n\000"
        .globl      VERSION
        .align      2
        .type       VERSION, @object
        .size       VERSION, 12

VERSION:
        .ascii      "2018.9.18 \n\000"
        .align      2

$LC0:
        .ascii      "version\000"
        .align      2

$LC1:
        .ascii      "help\000"
        .align      2

$LC2:
        .ascii      "input\000"
        .align      2

$LC3:
        .ascii      "output\000"
        .align      2

$LC4:
        .ascii      "action\000"
        .data
        .align      2
        .type       long_options.0, @object
        .size       long_options.0, 96

long_options.0:
        .word       $LC0
        .word       0
        .word       0
        .word       0
        .word       $LC1
        .word       0
        .word       0
        .word       0
        .word       0
        .word       $LC2

```

```

        .word      2
        .word      0
        .word      0
        .word      $LC3
        .word      2
        .word      0
        .word      0
        .word      $LC4
        .word      2
        .word      0
        .word      0
        .word      0
        .word      0
        .word      0
        .word      0
        .rdata
        .align     2
$LC5:
        .ascii     "Vha:i:o:\000"
        .align     2
$LC6:
        .ascii     "encode\000"
        .align     2
$LC7:
        .ascii     "decode\000"
        .align     2
$LC8:
        .ascii     "r\000"
        .align     2
$LC9:
        .ascii     "File not found \n\000"
        .align     2
$LC10:
        .ascii     "w\000"
        .align     2
$LC11:
        .ascii     "File Error \n\000"
        .text
        .align     2
        .globl    main
        .ent      main
main:
        .frame     $fp,80,$ra
        .mask      0xd0000000,-8
        .fmask     0x00000000,0
        .set       noreorder
        .cplload   $t9
        .set       reorder
        subu       $sp,$sp,80
        .cprestore 24
# vars= 32, regs= 3/0, args= 24, extra= 8

```

```

sw      $ra,72($sp)
sw      $fp,68($sp)
sw      $gp,64($sp)
move    $fp,$sp
sw      $a0,80($fp)
sw      $a1,84($fp)
la      $v0,__$F
sw      $v0,36($fp)
la      $v0,__$F+88
sw      $v0,40($fp)
sw      $zero,44($fp)
addu    $v0,$fp,44
sw      $v0,16($sp)
lw      $a0,80($fp)
lw      $a1,84($fp)
la      $a2,$LC5
la      $a3,long_options.0
la      $t9,getopt_long
jal     $ra,$t9
sw      $v0,32($fp)
lw      $v1,32($fp)
li      $v0,-1                      # 0xffffffffffffffff
bne     $v1,$v0,$L20
b       $L19

$L20:
lw      $v0,32($fp)
sw      $v0,56($fp)
li      $v0,104                     # 0x68
lw      $v1,56($fp)
beq     $v1,$v0,$L22
lw      $v1,56($fp)
slt     $v0,$v1,105
beq     $v0,$zero,$L36
li      $v0,86                      # 0x56
lw      $v1,56($fp)
beq     $v1,$v0,$L23
lw      $v1,56($fp)
slt     $v0,$v1,87
beq     $v0,$zero,$L37
lw      $v0,56($fp)
beq     $v0,$zero,$L33
b       $L21

$L37:
li      $v0,97                      # 0x61
lw      $v1,56($fp)
beq     $v1,$v0,$L24
b       $L21

$L36:
li      $v0,105                     # 0x69
lw      $v1,56($fp)

```

```

        beq      $v1,$v0,$L27
        li       $v0,111                                # 0x6f
        lw       $v1,56($fp)
        beq      $v1,$v0,$L30
        b        $L21
$L22:
        la       $a0,__sF+88
        la       $a1,HELP
        la       $t9,fprintf
        jal      $ra,$t9
        sw       $zero,52($fp)
        b        $L17
$L23:
        la       $a0,__sF+88
        la       $a1,VERSION
        la       $t9,fprintf
        jal      $ra,$t9
        sw       $zero,52($fp)
        b        $L17
$L24:
        lw       $a0,optarg
        la       $a1,$LC6
        la       $t9,strcmp
        jal      $ra,$t9
        bne      $v0,$zero,$L25
        li       $v0,1                                  # 0x1
        sb       $v0,48($fp)
$L25:
        lw       $a0,optarg
        la       $a1,$LC7
        la       $t9,strcmp
        jal      $ra,$t9
        bne      $v0,$zero,$L27
        sb       $zero,48($fp)
$L27:
        lw       $v0,80($fp)
        slt      $v0,$v0,5
        bne      $v0,$zero,$L30
        lw       $v0,84($fp)
        addu     $v0,$v0,16
        lw       $a0,0($v0)
        la       $a1,$LC8
        la       $t9,fopen
        jal      $ra,$t9
        sw       $v0,36($fp)
        lw       $v0,36($fp)
        bne      $v0,$zero,$L30
        la       $a0,__sF+176
        la       $a1,$LC9
        la       $t9,fprintf

```

```

    jal        $ra,$t9
$L30:
    lw         $v0,80($fp)
    slt        $v0,$v0,7
    bne        $v0,$zero,$L21
    lw         $v0,84($fp)
    addu       $v0,$v0,24
    lw         $a0,0($v0)
    la         $a1,$LC10
    la         $t9,fopen
    jal        $ra,$t9
    sw         $v0,40($fp)
    lw         $v0,40($fp)
    bne        $v0,$zero,$L21
    la         $a0,__$sF+176
    la         $a1,$LC11
    la         $t9,fprintf
    jal        $ra,$t9
    b          $L21
$L33:
    la         $t9,abort
    jal        $ra,$t9
$L21:
    lbu        $v0,48($fp)
    beq        $v0,$zero,$L38
    lw         $a0,36($fp)
    lw         $a1,40($fp)
    la         $t9,encode
    jal        $ra,$t9
    b          $L39
$L38:
    lw         $a0,36($fp)
    lw         $a1,40($fp)
    la         $t9,decode
    jal        $ra,$t9
$L39:
    lw         $a0,36($fp)
    la         $t9,fclose
    jal        $ra,$t9
    lw         $a0,40($fp)
    la         $t9,fclose
    jal        $ra,$t9
    sw         $zero,52($fp)
    b          $L17
$L19:
    lw         $a0,36($fp)
    lw         $a1,40($fp)
    la         $t9,encode
    jal        $ra,$t9
    sw         $zero,52($fp)

```



```

$L17:
    lw      $v0,52($fp)
    move    $sp,$fp
    lw      $ra,72($sp)
    lw      $fp,68($sp)
    addu    $sp,$sp,80
    j       $ra
    .end    main

```

## 6.2. code.s

```

    .file      1 "code.c"
    .section   .mdebug.abi32
    .previous
    .abicalls
    .globl     B64
    .rdata
    .align     2
    .type      B64, @object
    .size      B64, 64
B64:
    .byte      65
    .byte      66
    .byte      67
    .byte      68
    .byte      69
    .byte      70
    .byte      71
    .byte      72
    .byte      73
    .byte      74
    .byte      75
    .byte      76
    .byte      77
    .byte      78
    .byte      79
    .byte      80
    .byte      81
    .byte      82
    .byte      83
    .byte      84
    .byte      85
    .byte      86
    .byte      87
    .byte      88
    .byte      89
    .byte      90
    .byte      97
    .byte      98

```

```

.byte      99
.byte     100
.byte     101
.byte     102
.byte     103
.byte     104
.byte     105
.byte     106
.byte     107
.byte     108
.byte     109
.byte     110
.byte     111
.byte     112
.byte     113
.byte     114
.byte     115
.byte     116
.byte     117
.byte     118
.byte     119
.byte     120
.byte     121
.byte     122
.byte      48
.byte      49
.byte      50
.byte      51
.byte      52
.byte      53
.byte      54
.byte      55
.byte      56
.byte      57
.byte      43
.byte      47
.ident     "GCC: (GNU) 3.3.3 (NetBSD nb3 20040520)"

```

## 7. Conclusiones

En conclusión, se cumplió el objetivo del Trabajo Práctico ya que se desarrolló el programa detallado por el enunciado. Los comandos del programa se ejecutan como detalla el comando `-h` y tras ser sometidos a distintas pruebas se concluye que funcionan según lo esperado. Así mismo fue posible la creación del código MIPS por el compilador y se pudo utilizar el programa GXemul para simular un entorno de desarrollo de una maquina MIPS corriendo el sistema operativo NetBSD.

## Referencias

- [1] GXemul, <http://gavare.se/gxemul/>.
- [2] J. L. Hennessy and D. A. Patterson, “Computer Architecture. A Quantitative Approach,” 3ra Edición, Morgan Kaufmann Publishers, 2000.
- [3] J. Larus and T. Ball, “Rewriting Executable Files to Measure Program Behavior,” Tech. Report 1083, Univ. of Wisconsin, 1992.
- [4] The NetBSD project, <http://www.netbsd.org/>.
- [5] Base64 (Wikipedia), <http://en.wikipedia.org/wiki/Base64>
- [6] Base64 Encode and Decode - Online, <https://www.base64encode.org/>
- [7] Getopt Long Option Example (The GNU C library), <https://www.gnu.org/>