

“INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO Y SERVICIOS DE UNA TARJETA RASPBERRY PI.”

Trabajo Preparatorio N°10
Laboratorio de Sistemas Embebidos

Melanny Cecibel Dávila Pazmiño
Ingeniería en Telecomunicaciones
Facultad de Eléctrica y Electrónica
Quito, Ecuador
melanny.davila@epn.edu.ec

Abstract—En el siguiente trabajo preparatorio se presenta el sustento teórico del sistema operativo de una tarjeta Raspberry PI, con el fin de poder implementar diseños más elaborados mediante el uso de sensores y otros dispositivos.

Index Terms—Raspberry PI, Sistema Operativo, hardware, software.

I. INTRODUCCIÓN

Una Raspberry Pi es una placa de desarrollo basada en linux, pero a efectos de todos se trata de un ordenador con linux completo [1].

Raspberry nació con un propósito: incentivar la enseñanza de informática en el entorno docente. Es un ordenador muy pequeño, del tamaño de una tarjeta, muy económico y también muy conocido para crear prototipos. Con esta plataforma de desarrollo se gestiona una gran cantidad de datos y es especialmente atractiva para la creación de aplicaciones móviles (Apps) donde el peso de la interfaz gráfica es muy importante. Está muy indicada, además, para proyectos multimedia basados en Linux [3].

II. OBJETIVOS

- Relacionar al estudiante con la instalación del Sistema Operativo Raspberry SO.
- Establecer comparaciones entre los diferentes modelos de la plataforma de desarrollo Raspberry Pi [2].

III. CUESTIONARIO

A. Consultar que es la plataforma de desarrollo Raspberry Pi, listar y describir a detalle los componentes principales que conforman la plataforma. Describir la distribución y utilidad de los pines GPIO (alimentación, interfaces de comunicación, entradas y salidas).

La placa Raspberry se utiliza, como Arduino, en entornos de robótica o domótica, pero también como servidor de archivos. Es otra opción dentro del IoT y es muy interesante cuando el objetivo es procesar y tratar muchos datos [1]. Cualquiera

de ellos, Arduino o Raspberry, ofrece fórmulas eficaces para multitud de proyectos, pero todavía es difícil establecer su límite al estar en constante evolución [3].

Consiste en una placa base que soporta distintos componentes de un ordenador como un procesador ARM de hasta 1500 MHz, un chip gráfico y una memoria RAM de hasta 8 GB.

Además, tiene otras muchas otras posibilidades.

- Gracias a sus puertos y entradas, permite conectar dispositivos periféricos. Por ejemplo, una pantalla, un teclado e incluso un televisor.
- Contiene un procesador gráfico VideoCoreIV, con lo que permite la reproducción de vídeo incluso en alta definición.
- Permite la conexión a la red a través del puerto de Ethernet, y algunos modelos permiten conexión Wifi y Bluetooth.
- Consta de una ranura SD que permite instalar, a través de una tarjeta microSD, sistemas operativos libres [3].

Estos son los diversos componentes de la placa Raspberry Pi:

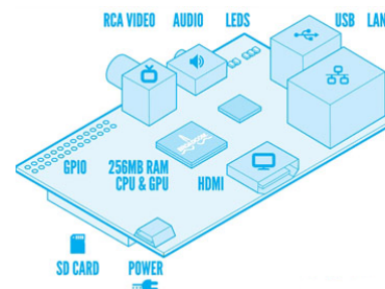


Fig. 1. Componentes de un Raspberry Pi

- ARM CPU / GPU: este es un sistema Broadcom BCM2835 en un chip (SoC) que se compone de una unidad de procesamiento central (CPU) ARM y una

unidad de procesamiento de gráficos Videocore 4 (GPU). La CPU maneja todos los cálculos que hacen que una computadora funcione (tomando entradas, haciendo cálculos y produciendo resultados), y la GPU maneja la salida de gráficos.

- **GPIO:** estos son puntos de conexión de entrada / salida de propósito general expuestos que permitirán a los verdaderos aficionados al hardware la oportunidad de jugar [3].
- **RCA:** un conector RCA permite la conexión de televisores analógicos y otros dispositivos de salida similares.
- **Salida de audio:** se trata de un conector estándar de 3,55 milímetros para la conexión de dispositivos de salida de audio como auriculares o altavoces. No hay audio en.
- **LED:** diodos emisores de luz, para todas sus necesidades de luz indicadora.
- **USB:** este es un puerto de conexión común para dispositivos periféricos de todo tipo (incluidos el mouse y el teclado). El modelo A tiene uno y el modelo B tiene dos. Puede usar un concentrador USB para expandir la cantidad de puertos o conectar su mouse a su teclado si tiene su propio puerto USB.
- **HDMI:** este conector le permite conectar un televisor de alta definición u otro dispositivo compatible mediante un cable HDMI.
- **Alimentación:** este es un conector de alimentación Micro USB de 5v en el que puede conectar su fuente de alimentación compatible [4].
- **Ranura para tarjetas SD:** esta es una ranura para tarjetas SD de tamaño completo. Se requiere una tarjeta SD con un sistema operativo (SO) instalado para arrancar el dispositivo. Están disponibles para su compra a los fabricantes, pero también puede descargar un sistema operativo y guardarlo en la tarjeta usted mismo si tiene una máquina Linux y los medios necesarios.
- **Ethernet:** este conector permite el acceso a la red por cable y solo está disponible en el Modelo B.
- Muchas de las funciones que faltan, como WiFi y entrada de audio, se pueden agregar usando los puertos USB o un concentrador USB según sea necesario. Siguiente: Más detalles sobre el dispositivo en sí y sus sistemas operativos compatibles [5].

El conector GPIO en realidad posee diferentes tipos de conexión, como por ejemplo:

- Pines GPIO reales (General Purpose Input Output) que se pueden utilizar para encender y apagar LED, leer estado de interruptores o botones, etc.
- Pines de interfaz I2C que permiten conectar módulos de hardware con sólo dos pines de control a través de direccionamiento.
- Interfaz SPI, un concepto similar a I2C pero con un estándar diferente de comunicación.
- Pines seriales Rx y Tx para la comunicación con periféricos seriales.
- Además, algunos de los pines pueden ser utilizados con

PWM (Pulse Width Modulation) para control de potencia y otro tipo de generación de pulsos para controlar servo motores llamados PPM (Pulse Position Modulation).

El siguiente diagrama muestra los pines en el conector GPIO para una Raspberry Pi Versión 1, la versión 2 tiene el pin 27 que reemplaza al pin 21 pero es prácticamente lo mismo.

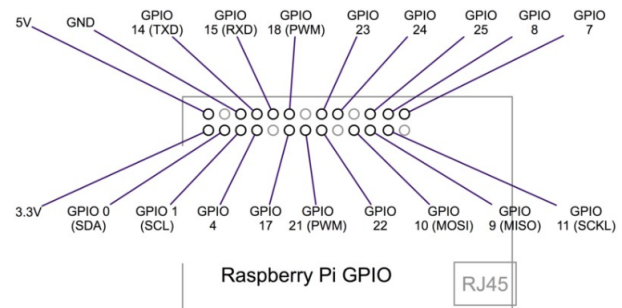


Fig. 2. Pines GPIO

Así como el suministro de energía (GND, 3.3V y 5V) todos los pines GPIO pueden utilizarse como entradas o salidas digitales [3]. Los pines etiquetados SCL y SDA se pueden utilizar para I2C. Los pines etiquetados MOSI, MISO y SCKL se pueden utilizar para conectarse a dispositivos SPI de alta velocidad [4].

Todos los pines tienen niveles lógicos 3.3V por lo tanto, todos los niveles de voltaje de los pines GPIO en salida son 0-3.3V y las entradas no deben ser superiores a 3.3V. Si desea conectar una salida de 5V a una entrada Pi, utilice un convertidor de nivel [4]. Una forma más sencilla de utilizar los pines GPIO de Raspberry Pi es utilizando un adaptador breakout Pi Cobbler.

B. Realizar un cuadro comparativo de los diferentes modelos de tarjetas Raspberry Pi desde su lanzamiento hasta la presente fecha.

La tabla comparativa se presenta en el Anexo 1.

C. Describir los cambios más significativos de los microprocesadores utilizados en los diferentes modelos de tarjetas de desarrollo Raspberry Pi.

- Raspberry Pi 2 inicialmente contaba con un procesador ARM CortexA7 de cuatro núcleos y 900 MHz con 1 GiB de RAM.
- Raspberry Pi 3-B cuenta con un procesador ARM Cortex-A53 de cuatro núcleos de 1,2 GHz y 64 bits.
- Raspberry Pi 3-B + con un procesador más rápido de 1.4 GHz
- Raspberry Pi 4-B con un procesador ARM Cortex-A72 de cuatro núcleos y 64 bits a 1,5 GHz
- Raspberry Pi Zero y Zero W utilizan el mismo SoC Broadcom BCM2835 que la Raspberry Pi de primera generación, funciona a una velocidad de reloj de CPU de 1 GHz.
- Raspberry Pi Pico es la primera placa con un solo chip de microcontrolador, RP2040 corriendo a 133MHz [8].

D. Consultar y describir que es la Arquitectura ARM y describir su funcionamiento.

ARM es una arquitectura de 32 bits desarrollada en 1983 por la empresa Acorn Computers Ltd para usarse en computadoras personales que maneja un sistema de instrucciones realmente simple lo que le permite ejecutar tareas con un mínimo consumo de energía.

La relativa simplicidad de los procesadores ARM los hace ideales para aplicaciones de baja potencia. Como resultado, se han convertido en los dominantes dentro del mercado de la electrónica móvil e integrada, encarnados en microprocesadores y microcontroladores pequeños, de bajo consumo y relativamente bajo costo.

La arquitectura del ARM2 posee un bus de datos de 32 bits y ofrece un espacio de direcciones de 26 bits, junto con 16 registros de 32 bits. Uno de estos registros se utiliza como contador de programa, aprovechándose sus 4 bits superiores y los 2 inferiores para contener los flags de estado del procesador.

La arquitectura ARM se usa para poder fabricar microprocesadores, desde los más simples, pequeños y de bajo consumo hasta procesadores para ordenadores personales que requieren de más potencia. Dado su conjunto de instrucciones simples estos microprocesadores más pequeños consumen pocos recursos y poca energía obteniendo un gran equilibrio entre potencia y duración de batería en equipos portátiles con procesadores basados en ARM.

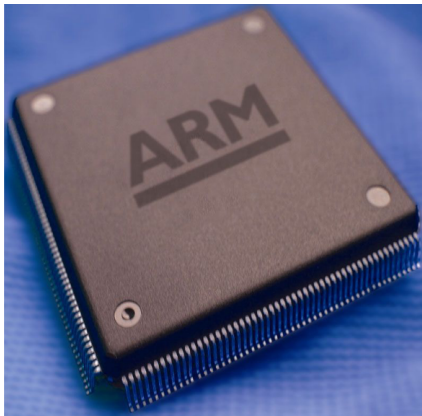


Fig. 3. Procesador ARM

El procesador ARM también tiene algunas características que son raras en otras arquitecturas también consideradas RISC, como el direccionamiento relativo, y el pre y post incremento en el modo de direccionamiento.

Tiene dos modos de funcionamiento: el ARMI con instrucciones que ocupan 4 bytes, más rápidas y potentes (hay instrucciones que sólo están en este modo) pero con mayor consumo de memoria y de electricidad. Y el modo THUMB, más limitado, con instrucciones que ocupan 2 bytes y con menor consumo de corriente.

E. Consultar y describir detalladamente que es el Sistema Operativo Raspberry S.O., establecer un cuadro comparativo con las diferencias más relevantes de las versiones del Sistema Operativo.

Raspberry Pi OS (anteriormente conocido como Raspbian) es un sistema operativo basado en Debian para Raspberry Pi. Desde 2015 ha sido proporcionado oficialmente por la Fundación Raspberry Pi como el sistema operativo principal para la familia Raspberry Pi de computadoras compactas de placa única. La primera versión de Raspbian fue creada por Mike Thompson y Peter Green como un proyecto independiente, la construcción inicial se completó en junio de 2012.

El sistema operativo Raspberry Pi está altamente optimizado para la línea Raspberry Pi de computadoras compactas de placa única con CPU ARM. Se ejecuta en todas las Raspberry Pi excepto en el microcontrolador Pico. El sistema operativo Raspberry Pi utiliza un LXDE modificado como su entorno de escritorio con el administrador de ventanas apilables Openbox, junto con un tema único.

TABLA I
DIFERENCIAS MÁS RELEVANTES DE LOS SISTEMAS OPERATIVO DE
RASPBERRY

	Año	Desarrollador	Basado en	Característica distintiva
Arch Linux ARM	2010	Arch Linux Project	Arch Linux	Ciclo rolling release.
FreeBSD	1993	FreeBSD Projekt	BSD	Funciones de red y de almacenamiento excelentes.
Kali Linux	2013	Offensive Security	Debian	Varias herramientas para controles de seguridad intensivos.
Pidora	2014	CDOT	Fedora	Modo headless (sin monitor).
Raspbian	2012	Mike Thompson, Peter Green	Debian	Excelente sistema operativo, oficial para Raspberry.
RetroPie	2013	RetroPie Project	Raspbian	Diversos emuladores de consolas retro.
RISC OS	1989	ROOL	Arthur	Se usa con drag and drop (arrastrar y soltar)
SARPi	2012	SARPi Team	Slackware ARM	Control máximo sobre instalación y configuración.
Ubuntu Core	2014	Canonical	Ubuntu	Función backroll para todas las actualizaciones [10].
Windows 10 IoT Core	2015	Microsoft	Windows 10	Sistema operativo que maneja licencia, pero en este caso es gratuita.

F. Describir los elementos de hardware y software involucrados para que una tarjeta Raspberry Pi entre en funcionamiento. Consultar y describir el procedimiento necesario para cargar la imagen del S.O. en una tarjeta micro SD.

Elementos necesarios para el funcionamiento de una tarjeta Raspberry Pi:

- Una fuente de alimentación con salida micro USB de 2 A [11].
- Una tarjeta micro SD de 8 GB.
- Un teclado.
- Un monitor o televisión con salida HDMI.
- Un cable HDMI
- Una caja donde colocar a la tarjeta (opcional) [12].

Para cargar la imagen del sistema operativo se necesitará una tarjeta con suficiente capacidad como para albergar el sistema y los posibles datos que se deseen almacenar, entre 8 y 16 GB suele ser más que suficiente. BerryBoot es una de las aplicaciones que más fácil hacen la tarea de instalar cualquier sistema operativo en una Raspberry Pi en equipos Windows. Una vez instalada dicha aplicación, se debe ejecutarla y seleccionar la unidad donde se va a instalar el sistema (tarjeta SD) [11].

G. Descargar e instalar el software de virtualización Virtual-Box y descargar la imagen .iso del S.O. Raspberry Pi Desktop.



Fig. 4. Instalación de S.O. Raspberry Pi

H. Consultar cual es el lenguaje de programación por defecto en Raspberry Pi. Y realizar un ejemplo sencillo utilizando este lenguaje (al menos 10 líneas de código).

Python es uno de los principales lenguajes de programación alojados en Raspberry Pi [13], es un lenguaje de programación que se usa ampliamente en educación. Como el microcontrolador Raspberry Pi se diseñó con fines educativos, no es de extrañar que Python sea una de las opciones más populares como lenguaje de programación, es así como se considera que es el lenguaje de programación por defecto de dicha tarjeta [14].

Python es uno de los lenguajes más sencillos de aprender, debido a su flexibilidad con la sintaxis y los tipos de datos, sin mencionar lo potente que es como lenguaje. Una de las principales ventajas de Python es que enfatiza la sangría, lo que hace que los estudiantes se acostumbren a escribir código claro. Otra ventaja importante de Python es el resultado de su amplio uso: una gran cantidad de bibliotecas disponibles.

Utilizar Python permite darle instrucciones al puerto GPIO, importando las librerías adecuadas, por ejemplo, se puede

hacer que un LED encienda y apague o configurar los pines de entrada y leer un push button. Es así como el crecimiento de Python en los últimos años ha sido exponencial, y todo indica que la demanda de programadores que lo manejen a la perfección seguirá creciendo [15].

A continuación se presenta un script de Python que permite calcular la serie de Fibonacci [16].

```
1 #Escuela Politecnica Nacional
2 #Facultad de Ingenieria Electronica y Electronica
3 #Cp - Sistemas Embebidos
4 #Trabajo preparatorio No. 10
5 #Programa que calcula la serie de Fibonacci
6 nterms = int(input(" Cuantos terminos desea incluir
7 ? "))
8 #Primeros terminos
9 n1, n2 = 0, 1
10 count = 0
11 #Verifica si el numero es valido
12 if nterms <= 0:
13     print("Ingresar un numero entero por favor: ")
14 elif nterms == 1:
15     print("La serie de Fibonacci llega a",nterms,":")
16     print(n1)
17 else:
18     print("La secuencia de Fibonacci es:")
19     while count < nterms:
20         print(n1)
21         nth = n1 + n2
22         #Se actualizan los valores
23         n1 = n2
24         n2 = nth
25         count += 1
```

Script 1. Ejemplo de implementación del lenguaje Python en una Raspberry Pi

REFERENCES

- [1] L. Calvo, "¿Qué es una Raspberry Pi y para qué sirve?", Blog, sep. 08, 2020. <https://es.godaddy.com/blog/que-es-raspberry-pi/> (accedido feb. 09, 2021).
- [2] E. Espinosa, E. Tatayo, "INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO Y SERVICIOS DE UNA TARJETA RASPBERRY PI". C.P. SISTEMAS EMBEBIDOS, Accedido: feb. 09, 2021. [En línea].
- [3] "Raspberry Pi en IoT", Aprendiendo Arduino, nov. 11, 2018. <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/11/raspberry-pi-en-iot/> (accedido feb. 09, 2021).
- [4] "Configuración de pines GPIO en Raspberry Pi", MCI Capacitación, jun. 21, 2019. <https://cursos.mcielectronics.cl/2019/06/21/configuracion-de-pines-gpio-en-raspberry-pi/> (accedido feb. 09, 2021).
- [5] "How the Raspberry Pi Works", HowStuffWorks, ago. 30, 2012. <https://computer.howstuffworks.com/raspberry-pi.htm> (accedido feb. 09, 2021).
- [6] "Raspberry-Pi-RPi-comparison-chart.png (850x306)". <https://www.researchgate.net/publication/336693880/figure/tbl1/AS:816427137245193@1571662806516/Raspberry-Pi-RPi-comparison-chart.png> (accedido feb. 11, 2021).
- [7] "RaspberryPi models comparison — Comparison tables - SocialCompare". <https://socialcompare.com/en/comparison/raspberrypi-models-comparison> (accedido feb. 11, 2021).
- [8] "Atomic Pi: versión de la Raspberry Pi musculada para los más exigentes", Hardware libre, jun. 02, 2020. <https://www.hwlibre.com/atomic-pi/> (accedido feb. 11, 2021).
- [9] "¿Qué es la arquitectura ARM?", Xataka México, feb. 12, 2012. <https://www.xataka.com.mx/aplicaciones/que-es-la-arquitectura-arm> (accedido feb. 11, 2021).
- [10] "10 sistemas operativos para Raspberry Pi", IONOS Digitalguide. <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/sistemas-operativos-para-raspberry-pi/> (accedido feb. 11, 2021).
- [11] "Cómo instalar sistema operativo en la Raspberry Pi en Windows, Mac y Linux", El Output. <https://eloutput.com/productos/domotica/instalar-so-raspberry-pi-herramientas/> (accedido feb. 11, 2021).

- [12] “La Raspberry Pi. Primera primeros pasos”, Atareao. <https://www.atareao.es/tutorial/raspberry-pi-primeros-pasos/> (accedido feb. 11, 2021).
- [13] “Programming Languages for the Raspberry Pi”. <https://wyliodrin.com/post/programming-languages-for-the-raspberry-pi> (accedido feb. 10, 2021).
- [14] E. Álvarez, “¿Qué lenguajes de programación puedes aprender con la Raspberry Pi?”, ComputerHoy, mar. 07, 2019. <https://computerhoy.com/listas/tecnologia/lenguajes-programacion-puedes-aprender-raspberry-pi-385192> (accedido feb. 10, 2021).
- [15] “Guía para principiantes de Raspberry Pi: cómo programar en Raspbian”, 330ohms, dic. 17, 2019. <https://blog.330ohms.com/2019/12/16/guia-para-principiantes-de-raspberry-pi-como-programar-en-raspbian/> (accedido feb. 10, 2021).
- [16] R. Blum y C. Bresnahan, Sams teach yourself Python programming for Raspberry Pi in 24 hours. Indianapolis, Indiana: Sams, 2014.

Anexo 1

TABLA II

CUADRO COMPARATIVO DE TODOS LOS MODELOS DE TARJETA RASPBERRY PI, CABE MENCIONAR QUE TODAS LAS TARJETAS TIENEN 40 PINES GPIO EXCEPTO LA RASPBERRY PI PICO Y LA RASPBERRY PI B QUE TIENEN 26 PINES, ADEMÁS DE QUE TODAS LAS TARJETAS PERMITEN COMUNICACIÓN SPI

Modelo	Tipo de SOC	Velocidad de la CPU	RAM	GPU	Puertos USB	Ethernet	WiFi	Bluetooth	Salida de vídeo	Salida de audio
Raspbery Pi B	Broadcom BCM2835	700 MHz	512 MB	VideoCore VI 1080p@30	2xUSB 2.0	10M	N.A	N.A	Puerto HDMI	jack 3.5 mm
Raspberry Pi 2	Broadcom BCM2836	900 MHz	1 GB	VideoCore VI	4xUSB 2.0	10/100M	N.A	N.A	Puerto HDMI	jack 3.5 mm
Raspberry Pi zero	Broadcom BCM2835	1 GHz	512 MB	VideoCore VI	1xmicro OTG	N.A	N.A	N.A	Puerto mini HDMI	Compartido con el puerto HDMI
Raspberry Pi 3	Broadcom BCM2837	1.2 GHz	1 GB DDR2	VideoCore VI 1080p@30	4xUSB 2.0	10/100M	802.11n	4.1, LE	Puerto HDMI	jack 3.5 mm
Raspberry Pi A+	Broadcom BCM2835	700 MHz	256 MB	VideoCore VI	1xUSB 2.0	N.A	N.A	N.A	Puerto HDMI	jack 3.5 mm
Raspberry Pi Zero W	Broadcom BCM2835	1 GHz	512 MB	VideoCore VI	1xmicro OTG	N.A	802.11n	4.1	Puerto mini HDMI	Compartido con el puerto HDMI
Raspberry Pi Zerp WH	Broadcom BCM2835	1 GHz	512 MB	VideoCore VI	1xmicro OTG	N.A	802.11n	4.1	Puerto mini HDMI	Compartido con el puerto HDMI
Raspberry Pi 3 B+	Broadcom BCM2837B0	1.4 GHz	1 GB DDR2	VideoCore VI	4xUSB 2.0	Gigabit over USB	2.4 GHz y 5 GHz 802.11 b/g/n/ac	4.2, BLE	Puerto HDMI	jack 3.5 mm
Raspberry Pi 3 A+	Broadcom BCM2837B0	1.4 GHz	512 MB DDR2	VideoCore VI	1xUSB 2.0	N.A	2.4 GHz y 5 GHz 802.11 b/g/n/ac	4.2, BLE	Puerto HDMI	jack 3.5 mm
Raspberry Pi 4 B	Broadcom BCM2711	1.5 GHz	1 GB, 2 GB, 4 GB LPDDR4	VideoCore VI	2xUSB 3.0 + 2xUSB 2.0 + USB-C OTG	Gigabit	2.4 GHz y 5 GHz 802.11 b/g/n/ac	5.0	2 Puertos micro HDMI	jack 3.5 mm
Raspberry Pi 4 B 8 GB	Broadcom BCM2711	1.5 GHz	8 GB LPDDR4	VideoCore VI	2xUSB 3.0 + 2xUSB 2.0 + USB-C OTG	Gigabit	2.4 GHz y 5 GHz 802.11 b/g/n/ac	5.0	2 Puertos micro HDMI	jack 3.5 mm
Raspberry Pi 400	Broadcom BCM2711	1.8 GHz	4 GB LPDDR4	VideoCore VI	2xUSB 3.0 + 1xUSB 2.0	Gigabit	2.4 GHz y 5 GHz 802.11 b/g/n/ac	5.0	2 Puertos micro HDMI	Se necesita una tarjeta de audio
Raspberry Pi Pico	N.A	133 MHz	264 KB	N.A	micro-USB (USB 1.1)	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A