

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA:  
INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:  
Ingenieras de Sistemas**

**TEMA:  
DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE POTENCIA EN TARJETAS WI-FI  
DE DISPOSITIVOS MÓVILES QUE TRABAJAN CON SISTEMA  
OPERATIVO ANDROID**

**AUTORAS:  
ELIZABETH ESTEFANÍA ALEMÁN CADENA  
STEPHANIE OLIMPIA MOLINA GUACHÁN**



**TUTOR:  
MANUEL RAFAEL JAYA DUCHE**

**Quito, julio del 2018**

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotras, Elizabeth Estefanía Alemán Cadena con documento de identificación N° 1721393229, y Stephanie Olimpia Molina Guachán con documento de identificación N° 1724522543, manifestamos con voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del trabajo de titulación con el tema: “DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE POTENCIA EN TARJETAS WI-FI DE DISPOSITIVOS MÓVILES QUE TRABAJAN CON SISTEMA OPERATIVO ANDROID”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERAS DE SISTEMAS en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

 ..... ELIZABETH ESTEFANÍA ALEMÁN CADENA CI: 1721393229	 ..... STEPHANIE OLIMPIA MOLINA GUACHÁN CI: 1724522543
--	--

Quito, julio del 2018

## DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Artículo Académico, con el tema: “DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE POTENCIA EN TARJETAS WI-FI DE DISPOSITIVOS MÓVILES QUE TRABAJAN CON SISTEMA OPERATIVO ANDROID” realizado por ELIZABETH ESTEFANÍA ALEMÁN CADENA y STEPHANIE OLIMPIA MOLINA GUACHÁN, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, julio del 2018



.....  
MANUEL RAFAEL JAYA DUCHE  
CI: 1710631035

# DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE POTENCIA EN TARJETAS WI-FI DE DISPOSITIVOS MÓVILES QUE TRABAJAN CON SISTEMA OPERATIVO ANDROID

Rafael Jaya<sup>1</sup>, Estefanía Alemán<sup>2</sup>, Stephanie Molina<sup>3</sup>

## Resumen

El presente documento tiene como objetivo determinar la disminución del consumo de potencia en tarjetas Wi-Fi de dispositivos móviles que trabajan con Sistema Operativo Android. Para la obtención de los datos del consumo de la batería de los dispositivos, se estableció cuatro escenarios de investigación. Para este propósito, se utilizó un osciloscopio GDS-2102A donde se monitorizó los niveles de voltaje, así como los períodos de tiempo, se usaron equipos de prueba el Samsung S3 Mini y Music. Como metodología de medición de varios métodos existentes, se escogió el método invasivo de la resistencia Shunt, la cual se conectó en serie a la batería del dispositivo móvil, de las mediciones efectuadas y luego de realizar un análisis de los resultados se observó que del consumo total de la batería el 13% corresponde al Sistema Operativo y aplicaciones en segundo plano, un promedio del 23% es utilizado por el módulo Wi-Fi (con 7 redes inalámbricas cercanas) y el 64% es utilizado para iluminación de la pantalla más aplicaciones funcionando en primer y segundo plano. Por tanto, el objetivo es disminuir el consumo del 23%, para lo cual, se desarrolló una aplicación (RES-Dis-WiFi) la cual automatiza el apagado y encendido del módulo, además filtra el número de redes para la búsqueda de redes cercanas, estas características de la aplicación

## Abstract

The purpose of this document is to determine the decrease in power consumption in Wi-Fi cards of mobile devices running the Android Operating System. To obtain the data on the battery consumption of the devices, four research scenarios were established. For this purpose, a GDS-2102A oscilloscope was used to monitor the voltage levels, as well as time periods, and the Samsung S3 Mini and Music were used as test equipment. As a methodology for measuring several existing methods, the invasive method of the Shunt resistance was chosen, which was connected in series to the battery of the mobile device. Of the measurements made and after carrying out an analysis of the results, it was observed that the consumption total battery 13% corresponds to the Operating System and applications in the background, an average of 23% is used by the Wi-Fi module (with 7 wireless networks nearby) and 64% is used for screen lighting plus applications working in the first and second plane. Therefore, the objective is to reduce the consumption of 23%, for which an application (RES-Dis-WiFi) was developed which automates the switching off and on of the module, as well as filtering the number of networks for the search of nearby networks, these features of the application reduce by 19% in the power consumption of the battery, this

---

<sup>1</sup> Magister en Redes de Información y Conectividad, Ingeniero en Electrónica Y Telecomunicaciones, Docente de la carrera de Ingeniería de Sistemas – Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito – Campus Sur. Autor para correspondencia: [mjaya@ups.edu.ec](mailto:mjaya@ups.edu.ec)

<sup>2</sup> Estudiante de Ingeniería de Sistemas-Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito – Campus Sur, Autora para correspondencia: [ealemanc@est.ups.edu.ec](mailto:ealemanc@est.ups.edu.ec)

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería de Sistemas-Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito – Campus Sur, Autora para correspondencia: [smolinag@est.ups.edu.ec](mailto:smolinag@est.ups.edu.ec)

reducen en un 19% en el consumo de potencia de la batería, esto quiere decir, que el promedio de duración de batería sin la aplicación siendo de 4 horas con 55 minutos, se aumentó en 1 hora 10 minutos.

***Palabras Clave:***

Android, batería, consumo, dispositivo móvil, energía, osciloscopio, Wi-Fi

means that the average battery life without the application being four hours with 55 minutes, It was increased by one hour with 10 minutes.

***Keywords:***

Android, battery, consumption, mobile device, power, oscilloscope, Wi-Fi.

# 1. Introducción

En la actualidad nuestra civilización, tiene un grave problema por la disponibilidad de energía eléctrica para el funcionamiento de los nuevos dispositivos tecnológicos como smartphones, computadores de escritorio, laptops, etc. Estamos fuertemente ligados al nivel de bienestar, confort, salud y conservación de la vida del ser humano. Vivimos en una sociedad de consumo de energía eléctrica a diferentes escalas, dicho de otra manera, los países en vías de desarrollo consumirán menos energía que los industrializados, pero actualmente, las tendencias están cambiando, en resumen, siempre se tendrá un alto consumo energético[1].

Según la [2], el consumo mundial de energía aumentará en un 11,6%, esto es, de 38 cuatrillones de BTU en el 2018 a 43 cuatrillones de BTU para el 2050. Mientras que, para [3], la investigación del consumo energético para Laptops y Smartphone que utilizan tarjetas Wi-Fi, lo que revelan que para el caso de las laptops entre el 2014 y 2017 existirá un incremento de un 27%, es decir, mientras que la potencia consumida en el 2014 fue de 2,7 TWh, el consumo proyectado para el 2017 será de 3.7 TWh.

Por otro lado, las emisiones de CO<sub>2</sub> de las tarjetas Wi-Fi para el año 2014 [3] estimaron un ascenso del 3.370 millones de libras lo que podrían aumentar en la misma dimensión en países como Brasil, India y China que soportarían en un futuro cercano el incremento de sus costos de producción del módulo wifi debido al avance tecnológico. Mientras en otra investigación, el consumo de las tarjetas Wi-Fi se aproxima al 9% del consumo total de energía de todos los dispositivos portátiles en el mundo y para [4], el módulo Wi-Fi es uno de los primeros consumidores de energía en los dispositivos móviles y la Idle Listening (IL) es el principal consumidor incluso con el Power-Saving Mode (PSM)

activado, además [4] indica que realizaron un amplio análisis de tráfico real, así encontrando que era de más del 60% del consumo total de la energía del dispositivo.

Definitivamente para [5] entre las tecnologías inalámbricas, Wi-Fi es el módulo que tiene un consumo apreciable de energía, actualmente tan solo comparable con Ultra-Wideband (UWB).

La descarga de la batería se debe principalmente a los módulos de comunicación como Wi-Fi, Bluetooth y GPS [6].

Por otro lado, cuando se mantiene activo el módulo Wi-Fi, aparece un fenómeno de búsqueda de redes existente, esto hace que exista un consumo dependiendo del número de redes que se encuentren en el sector [7]. Otros de los factores que afectan el consumo de la potencia de la batería del dispositivo es el brillo de la pantalla y las aplicaciones que están ejecutándose en segundo plano [8].

Un problema común, es que los usuarios de dispositivos celulares se olvidan involuntariamente de apagar el módulo Wi-Fi, esto hace que se gaste innecesariamente energía de la batería. De hecho, en este artículo también se dará una solución a dicho problema.

De acuerdo con lo redactado, es alarmante el alcance del consumo de energía a futuro, sin duda el consumo no es directamente debido a los dispositivos electrónicos, sino de otros sectores que demandan de energía, por lo cual, se deben analizar mecanismos para la optimización apropiada de los recursos energéticos antes de destruir el planeta[1].

Por ello, es justificable el desarrollo de una aplicación que en segundo plano, apague automáticamente al módulo Wi-Fi cuando el dispositivo no esté conectado a una red para disminuir así el consumo energético en redes inalámbricas, para así cooperar con un granito de arena al esfuerzo de utilizar eficazmente los recursos en nuestro planeta como lo afirman [9], quienes escriben sobre el uso

eficaz de los recursos computacionales, ellos señalan que este tema no es reciente, sus orígenes proceden a inicios de 1992 cuando la EPA ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)) y el Departamento de Energía ([www.energy.gov](http://www.energy.gov)) de los Estados Unidos, colectivamente, difundieron reconocer los esfuerzos en el uso óptimo de energía de distintos dispositivos electrónicos a través del programa conocido como Energy Star [10]. Por ello, el uso eficaz de recursos energéticos tiene como propósito la viabilidad económica, en otras palabras, que la tecnología sea económica; con responsabilidad social a través de la construcción de tecnología que colabore a minimizar los problemas de consumo excesivo de energía a fin de disminuir el impacto en el medio ambiente [1].

La presente investigación, es de tipo experimental, ya que se va a medir el parámetro real de la corriente eléctrica haciendo uso del método invasivo [11] en módulos de Wi-Fi, para hallar los cambios de potencia bajo la presencia de distintos números de redes y con diferentes módulos de radio Wi-Fi de diferentes dispositivos celulares, manteniendo los mismos escenarios de prueba [1]. Con los datos recopilados, se espera obtener resultados precisos del ahorro de consumo energético, mismos que serán analizados y evaluados para entregar criterios de ahorro y optimización para una apropiada eficiencia energética en las comunicaciones con Wi-Fi.

El artículo está organizado de la siguiente manera, en la sección 2, se muestra la metodología que se usó para medir el consumo energético en el módulo Wi-Fi que a su vez consta del diseño del escenario de investigación, proceso de medición y cálculo de la potencia consumida, en la sección 3, se evalúa y se discuten los resultados, en la sección 4, se presentan las conclusiones y finalmente en la sección 5, se presenta los trabajos futuros.

## 2. Metodología

### A. Escenario de Investigación.

En este ítem se menciona la metodología e instrumentos que fueron usados en esta investigación para realizar las mediciones de corriente que consume el módulo Wi-Fi de los respectivos dispositivos móviles.

En primera instancia se procedió armar un circuito serie de la batería del dispositivo móvil con una resistencia Shunt de ( $R=1\Omega$ ) y 1W de potencia. Para la medición se utilizó un osciloscopio GDS-2102A, los equipos celulares usados fueron Samsung S3 Mini y Music.

En la obtención de los datos existen dos métodos de medición de corriente que son el No Invasivo e Invasivo, como método No Invasivo se tiene a la Pinza Amperimétrica [12], mientras que en el método Invasivo están el Efecto Hall [13] y Resistencia Shunt [14], este último se utilizó para la investigación ya que permitió la medición de bajas intensidades de corriente (mA), con la utilización de una resistencia de bajo valor la cual será conecta en serie al circuito.

En la figura 1, se muestra el diagrama del escenario de pruebas.

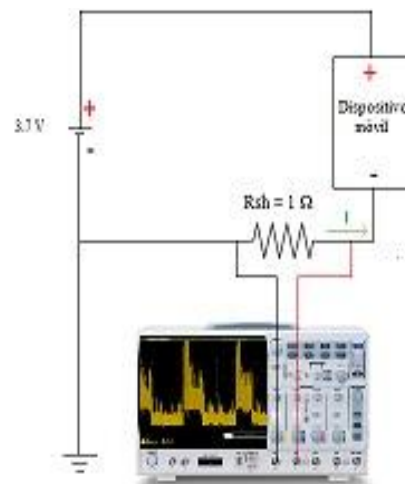


Figura 1. Diagrama de conexión para el escenario de pruebas.

En la figura 1, se puede apreciar el circuito de conexión para la monitorización del consumo de potencia,

la cual mediante una resistencia de ( $R=1\Omega$ ), que fue conectado en serie con la batería del dispositivo móvil, mientras que en paralelo se conectó al instrumento de medida, es decir, el osciloscopio que toma los datos en voltajes, y que mediante por la ley de Ohm [15]:

$$V = R \times I \quad (1)$$

Como la resistencia es de  $1\Omega$ , entonces se obtendrá directamente la corriente  $I$  que consume el dispositivo móvil y con este valor, y utilizando la ecuación (4), se obtendrá la potencia de consumo del dispositivo.

## B. Proceso de medición.

Una vez determinado el método que será usado para la toma de datos, se establecieron los pasos y los escenarios de experimentación para obtener las mediciones, el cual consta de tres fases principales como se visualizara en la figura 2.

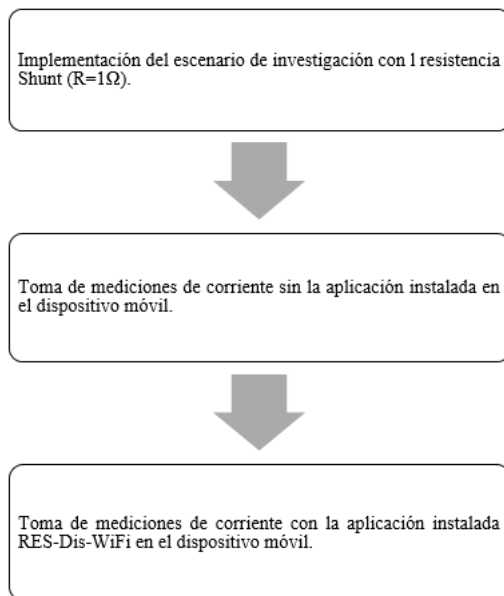


Figura 2. Diagrama de proceso de medición

Como se puede observar en la figura 2, el proceso para obtener las medidas de la corriente tuvo un orden, es decir, como primer paso se conectó la resistencia

Shunt en serie la batería del dispositivo, luego se realizaron las pruebas sin la aplicación instalada en el dispositivo para así visualizar el consumo real.

En el siguiente paso se realizaron mediciones con la aplicación diseñada en app inventor (RES-Dis-WiFi), la cual se instaló en el dispositivo móvil. Esta aplicación controla el apagado y encendido automáticamente cuando este fuera del alcance de las redes favoritas a las cuales normalmente se conecta. Cabe recalcar que la investigación se realiza sin conexión a las redes favoritas, puesto que este sería otro tema de estudio e investigación ya que el consumo sería proporcional al tráfico que maneje el módulo Wi-Fi.

Para la obtención de datos del segundo paso se determinaron cuatro escenarios:

Tabla 1. Tipos de escenarios para mediciones sin aplicación

CASO	PANTALLA	WI-FI
1	Apagado	Apagado
2	Encendido	Apagado
3	Apagado	Encendido
4	Encendido	Encendido

Mientras que en el tercer paso se establecieron tres escenarios con la pantalla encendida y la aplicación instalada los cuales fueron:

Tabla 2. Tipos de escenarios para mediciones con aplicación

CASO	PANTALLA	WI-FI
1	Encendido	1 red
2	Encendido	5 redes
3	Encendido	10 redes

Se planteó este escenario para determinar si se incrementa el consumo de potencia cuando el módulo Wi-Fi trata de conectarse a alguna red de los grupos de redes inalámbricas que se podrían presentar al movilizarse en la vida cotidiana.



### C. Cálculo de la potencia consumida por el módulo Wi-Fi.

En esta sección se muestra los casos que fueron utilizados para realizar la investigación.

#### Caso 1.

En la figura 3, muestra la forma de onda de la corriente cuando la pantalla y el módulo Wi-Fi del dispositivo están apagados, por tanto, no existe búsqueda de redes inalámbricas, pero si se pueden observar los Beacon.

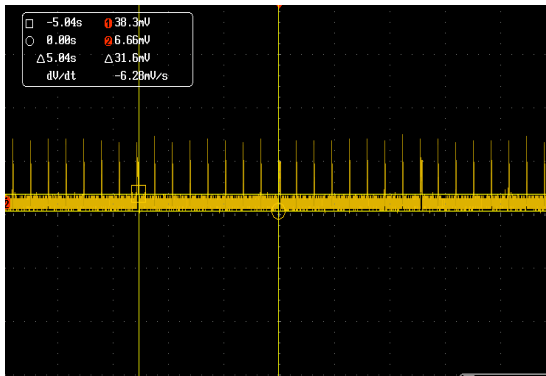


Figura 3. Medición de la corriente en el caso 1

Como se puede observar en la figura 3, se tiene una señal con un nivel medio de 31.6 mA, superpuesta a donde el valor máximo es 38.3 mA y mínimo 6.66 mA, también se pueden apreciar pulsos cuasiperiódicos de 0.625s, que corresponden a los Beacon [16].

#### Caso 2

La figura 4, muestra la forma de onda de la corriente cuando la pantalla está encendida y el módulo Wi-Fi del dispositivo apagado, por tanto, no existe búsqueda de redes inalámbricas, pero si existe consumo de energía por la pantalla y aplicaciones de segundo plano.

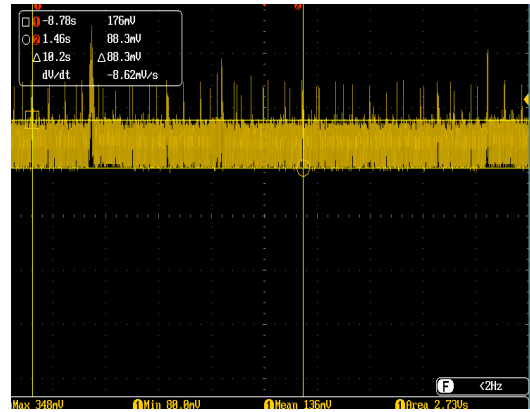


Figura 4. Medición de la corriente en el caso 2.

Como se puede observar en la figura 4, se tiene una señal continua con nivel de 88.3 mA, donde el valor máximo es 176 mA y mínimo 88.3 mA.

#### Caso 3

En la figura 5, se muestra la forma de onda de la corriente cuando la pantalla está apagada y el módulo Wi-Fi del dispositivo encendido.

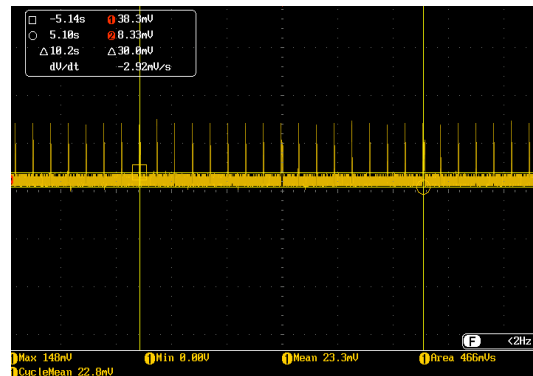


Figura 5. Medición de la corriente en el caso 3.

Como se puede observar en la figura 3, se tiene una señal continua con nivel de 30 mA, donde el valor máximo es 38.3 mA y mínimo 8.33 mA.

Para obtener un valor promedio de la corriente en los casos 1, 2 y 3, se aplicó la ecuación 2.

$$Y_{med} = \frac{V_{max} + V_{min}}{2} \quad (2)$$

Los resultados calculados se pueden observar en la tabla 3.

## Caso 4

En la figura 6, se muestra la forma de onda de la corriente cuando la pantalla y el módulo Wi-Fi del dispositivo están encendidos, se tiene una onda cuadrada porque está buscando redes inalámbricas superpuestos a los pulsos de los Beacon presentes.

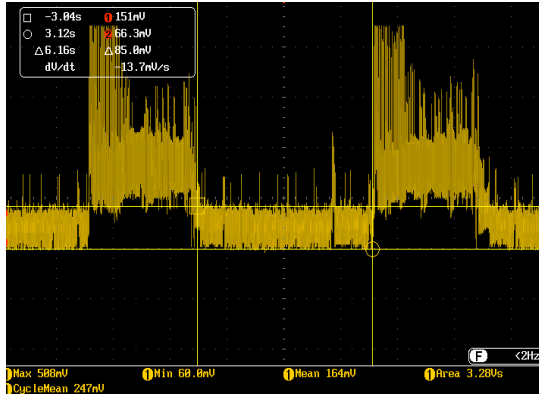


Figura 6. Medición de la corriente en el caso 4.

Como se puede observar en la figura 6, esta señal es cuadrada con un ancho de 85.0 mA, donde se procedió a calcular el valor máximo de 151 mA y mínimo 66.3 mA para obtener un valor promedio de la corriente. Finalmente se tiene como resultado una señal cuadrada promedio al cual aplicando la ecuación (3) tomando en cuenta un intervalo en un periodo de tiempo  $t_1 = 0$  y  $t_2 = T$  [17], se obtiene un valor de corriente media parcial para el caso en cuestión.

$$Y_{med} = \frac{1}{T} \int_0^T y(t) * dt \quad (3)$$

Los resultados calculados se pueden observar en la tabla 3.

Una vez que se obtuvieron las corrientes se procedió a calcular las potencias de cada una mediante la ecuación (4), ya que la potencia absorbida por un dispositivo puede hallarse en función de la corriente [1].

$$P = I \times V \quad (4)$$

## D. Pruebas y mediciones

En la tabla 3, se muestra la consolidación de las mediciones y los cálculos respectivos de la corriente generada por los dispositivos móviles, en los diferentes escenarios, a su vez, se calcularon los valores promedios de las potencias. Todos estos cálculos se realizaron sin la aplicación.

Tabla 3. Cálculos de las corrientes generadas por los dispositivos móviles y promedios de potencia para un promedio de 7 redes.

	CÁLCULOS SIN LA APLICACIÓN PARA UN PROMEDIO DE 7 REDES					
	S3 (mini)			Music		
	Corriente (mA)	Promedio Corriente (mA)	Promedio Potencia (mW)	Corriente (mA)	Promedio Corriente (mA)	Promedio Potencia (mW)
Sin WIFI	19,13			20,82		
Pantalla Apagada	22,46	21,30	78,80	19,97	21,72	80,36
Sin WIFI Prendida.	21,95			23,10		
Pantalla Prendida.	126,30	129,36	478,64	114,15	114,91	425,18
Con WIFI Apagada	129,50			113,50		
Pantalla Apagada	22,00	22,73	84,10	22,47	23,63	87,43
Con WIFI Prendida.	23,32			24,15		
Pantalla Prendida.	22,80			23,30		
Con WIFI Apagada	22,80			24,60		
Pantalla Apagada	168,12			164,23		
Con WIFI Prendida.	167,08	168,02	621,68	165,10	166,20	614,95
Pantalla Prendida.	168,23			167,26		
Con WIFI Apagada	168,66			168,23		

Con los valores obtenidos de la tabla 3, se procedió a realizar una comparativa en base al promedio de potencias que consume cada dispositivo en los diferentes escenarios, como muestra la figura 7.

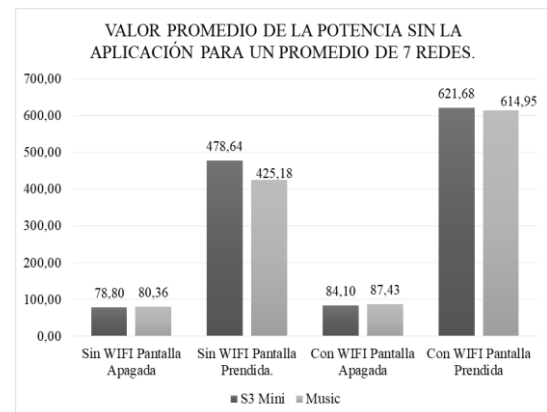


Figura 7. Valor promedio de la potencia sin la aplicación

Con la implementación de la aplicación (RES-Dis-WiFi) trabajando como filtro (para realizar mediciones exactas de 1, 5 y 10 redes inalámbricas adyacentes) en los dispositivos móviles, se obtuvieron la consolidación de las mediciones y los cálculos respectivos de la corriente generada por los dispositivos móviles, en los diferentes escenarios, a su vez se calcularon los valores promedios de las potencias, como muestra la tabla 4.

Tabla 4. Cálculos de las corrientes generadas por los dispositivos móviles, con la aplicación como filtro.

CÁLCULOS CON LA APLICACIÓN COMO FILTRO							
		S3 (mini)			Music		
		Corriente (mA)	Promedio Corriente (mA)	Promedio Potencia (mW)	Corriente (mA)	Promedio Corriente (mA)	Promedio Potencia (mW)
CON WIFI PANTALLA PRENDIDA	1 Red	156,31			136,10		
		156,36	155,40	574,97	137,20	136,34	504,44
		154,43			135,00		
	154,49	137,04					
	5 Redes	165,10			161,17		
		163,03	164,36	608,13	164,89	163,15	603,64
		165,01			163,33		
		164,30			163,20		
		172,06			170,03		
	172,76	172,72			171,45		
	10 Redes	174,03			171,78		
		172,04			170,12		

Con los valores obtenidos de la tabla 4, se procedió a realizar una comparativa en base al promedio de potencias que consume cada dispositivo en los diferentes escenarios, como muestra la figura 8.

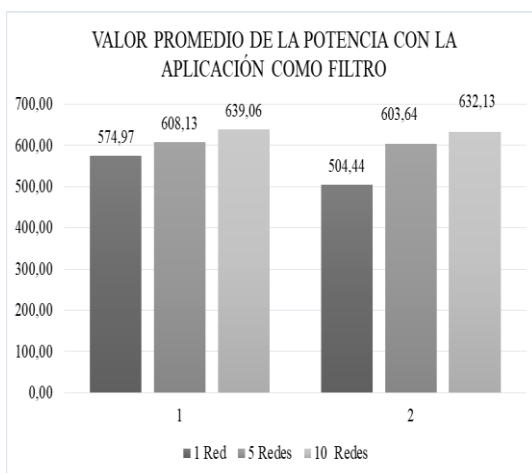


Figura 8. Valor Promedio de la potencia con la aplicación (RES-Dis-WiFi)

### 3. Análisis de Resultados

Luego se procedieron a calcular los porcentajes del consumo de potencia con los datos medidos y se halló que en un dispositivo móvil, el 13% consume el sistema operativo u otras aplicaciones, el 64% consume la pantalla, y el 23% consume el módulo Wi-Fi, como lo muestra la figura 9.

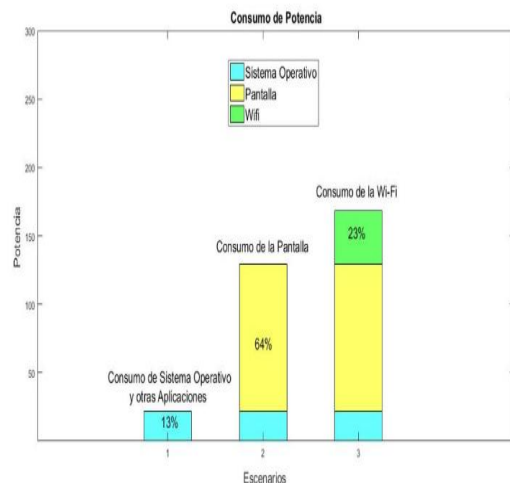
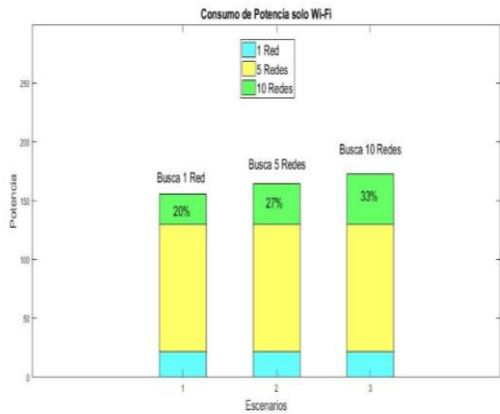


Figura 9. Consumo de potencia entre el sistema operativo, pantalla y Wi-Fi.

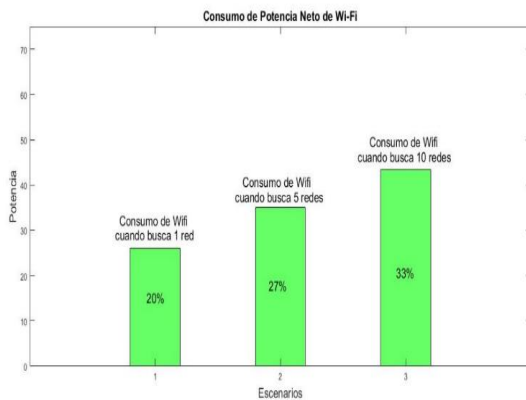
Cabe destacar que cuando se realizó el análisis del consumo de potencia en el módulo Wi-Fi de la figura 9, la búsqueda de redes estaba con 7 redes.

Con la aplicación (RES-Dis-WiFi) como filtro, se pudo medir el consumo de potencia seleccionando el número de redes a buscar, es así que, se determinó que un 20% se consumía cuando se tenía una sola red, cuando se filtraba a 5 redes este porcentaje aumenta al 27%, mientras que cuando existían 10 redes el porcentaje se incrementa al 33%, de lo expuesto anteriormente se puede decir que mientras más redes inalámbricas existan alrededor de los dispositivos móviles mayor será el consumo de potencia que utiliza el módulo Wi-Fi como se muestra en la figura 10.



**Figura 10.** Consumo de potencia cuando netamente del módulo Wi-Fi controlado por la aplicación (RES-Dis-WiFi)

En la figura 11, se observaron los porcentajes del consumo de potencias que utiliza el módulo Wi-Fi netos, en los diferentes casos.



**Figura 11.** Consumo de potencias neto del módulo Wi-Fi.

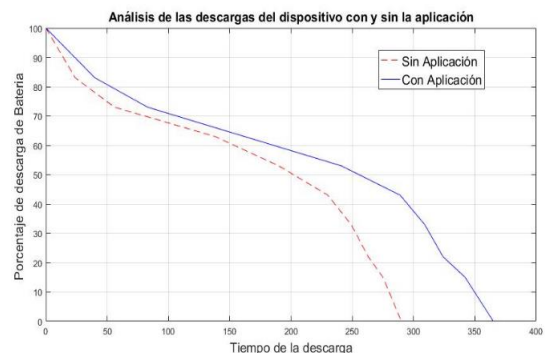
Una vez obtenidos los porcentajes netos que consume el módulo Wi-Fi de un dispositivo móvil, se procedieron a realizar pruebas de descarga de la batería del dispositivo móvil en función del tiempo.

La tabla 5 muestra los diferentes porcentajes y el tiempo que dura en descargarse la batería del dispositivo móvil. Así se pudo observar que el dispositivo móvil sin utilizar la aplicación tiene una duración batería de 290 minutos, mientras que con la aplicación se extendió el tiempo de uso a 365 minutos de Samsung S3 mini.

Tabla 5. Mediciones de descarga de batería con respecto a tiempo.

Porcentaje de batería	Sin APP	Con APP
	Duración de descargar de la batería (min)	Duración de descargar de la batería (min)
100%		
83%	29	40
73%	32	43
63%	82	79
53%	52	79
43%	40	48
33%	19	20
22%	14	15
15%	12	18
0%	15	23
Tiempo Total:	295	365

Para probar el funcionamiento de la aplicación (RES-Dis-WiFi), se realizaron mediciones en campo, esto es, en diferentes lugares donde existen un indeterminado número de redes inalámbricas, en la que el consumo de potencia de la batería tiene un aproximado de 6 horas 05 minutos, mientras que al no estar instalada la aplicación el consumo de potencia de la batería fue de 4 horas 55 minutos, por tanto, mediante la aplicación se consiguió ahorrar un 19% del consumo total de potencia que utiliza el módulo Wi-Fi, es decir, se aumentó el tiempo de duración de batería aproximadamente 1 hora 10 minutos. Ver figura 12.



**Figura 12.** Comparación de la descarga del dispositivo en función del tiempo.

En la figura 12, la línea roja determina los valores obtenidos sin la aplicación, que indica que en 25 minutos se descargó un 23%, debido a que la batería estando al 100% y recibiendo voltaje constantemente provoca un aumento de temperatura que hace que se acorte su vida útil [18], después del minuto 25 logra estabilizar su temperatura y su descarga empieza a descender de una forma constante llegando así a descargarse un 57% más en 250 minutos equivalente a 4 horas 10 minutos, mientras que a partir del minuto 251 continua con la descarga en un 20% más en 25 minutos, debido a que los fabricantes de baterías usan la política del 80% de profundidad de descarga (DoD) para calificar una batería, es decir, que solo entrega el 80% de energía disponible y el 20% permanece en reserva [19] en tanto que la línea azul determina los valores obtenidos cuando la aplicación (RES-Dis-WiFi) está en funcionamiento, por ende en 35 minutos se descargó un 23%, por tanto, después del minuto 35 logra calibrar su temperatura y su descarga empieza a descender de una forma constante llegando así a descargarse un 57% más en 280 minutos equivalente a 4 horas 40 minutos, mientras que a partir del minuto 281 continua con la descarga en un 20% más en 50 minutos, logrando así un aumento de duración de batería de 1 hora 10 minutos.

#### **4. Conclusiones**

De la investigación realizada en este artículo sobre la reducción de potencia en los módulos Wi-Fi, se determinó que el consumo total de la batería del 13% corresponde al Sistema Operativo y aplicaciones en segundo plano, un promedio del 23% es utilizado por el módulo Wi-Fi (con de 7 redes inalámbricas cercanas) y el 64% es utilizado para iluminación de la pantalla más aplicaciones funcionando en primer y

segundo plano. Por tanto, al realizar las mediciones en función de tiempo se determinó que el promedio de uso de la duración de la batería sin la aplicación instalada fue de 4 horas con 55 aproximadamente, para dar solución a esta problemática se desarrolló la aplicación (RES-Dis-WiFi), la cual controla el encendido y apagado del módulo Wi-Fi de una manera automática, así como también filtrando el número de redes para su búsqueda. Con la colaboración de los filtros de la aplicación en las mediciones los porcentajes obtenidos con RES-Dis-WiFi varían desde un 20% al buscar 1 red hasta el 33% buscando hasta 10 redes, por lo que se puede deducir que mientras más redes inalámbricas existan alrededor del dispositivo móvil existirá un aumento aproximadamente del 3% que por cada 5 redes en la búsqueda. De manera que el cambiar el estado del módulo Wi-Fi automáticamente de modo activo a inactivo puede reducir de una manera considerable el consumo de energía ya que al conservar la energía en los dispositivos móviles apagando el módulo Wi-Fi cuando no sea utilizado ayudará a tener un 19% de ahorro en la batería lo que representaría un aumento en tiempo de 1 hora 10 minutos de uso del dispositivo.

#### **5. Trabajos futuros**

Para la presente investigación, se realizó un análisis del consumo de la tarjeta Wi-Fi en tiempo real sin estar enlazados a la red inalámbrica, por tanto, a futuro se podría realizar otra investigación sobre el consumo de potencia, pero al ya estar enlazadas a una red para gestionar el consumo de potencia que utilizan algunas aplicaciones, por ejemplo, YouTube, Facebook WhatsApp y tráfico en general.

## Referencias

- [1] M. Jaya, I. Vizcaíno, and F. Acosta, "REDES INALÁMBRICAS WI-FI CON DIFERENTES TRÁFICO," pp. 1–10.
- [2] EIA, "International Energy Outlook 2017 Overview," *U.S. Energy Inf. Adm.*, vol. IEO2017, no. 2017, p. 143, 2017.
- [3] S. Jadhav, "Accounting of Energy Consumption From Wi-Fi Interface in Portable Devices," no. December, 2010.
- [4] X. Zhang and K. G. Shin, "E-MiLi: Energy-Minimizing Idle Listening in Wireless Networks Categories and Subject Descriptors," vol. 11, no. 9, pp. 1441–1454, 2012.
- [5] J. S. Lee, Y. W. Su, and C. C. Shen, "A comparative study of wireless protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi," *IECON Proc. (Industrial Electron. Conf.)*, pp. 46–51, 2007.
- [6] Dye John, "Cómo extender la vida útil de la batería de su teléfono Android," 2017. [Online]. Available: <https://www.androidauthority.com/android-battery-saver-tips-tricks-189882/>. [Accessed: 27-May-2018].
- [7] A. Latorre, "Ahorra Batería en tu Android haciendo un uso correcto de la WiFi - El Androide Libre," 2011. [Online]. Available: <https://elandroidelibre.espanol.com/2011/08/ahorra-bateria-android-uso-wifi.html>. [Accessed: 27-May-2018].
- [8] H. Carlos, "¿Dejar prendido Wi-Fi y Bluetooth siempre en el móvil? Pros y contras - SoyTecno," 2016. [Online]. Available: <http://soytecno.com/dejar-prendido-wifi-y-bluetooth-todo-el-tiempo-en-el-movil-beneficios-y-contras/>. [Accessed: 31-May-2018].
- [9] E. Hiraes, Adan, Martinez, "Conservación de energía en medios inalámbricos," 2008. [Online]. Available: <http://www.eveliux.com/mx/Conservacion-de-energia-en-medios-inalambricos.html>. [Accessed: 27-May-2018].
- [10] P. Reviewed, V. Guorong, N. Philip, and L. Berkeley, "Lawrence Berkeley National Laboratory Lawrence Berkeley National Laboratory," 2005.
- [11] M. Little, "DC current measurement – Renewable Energy Innovation," 2011. [Online]. Available: <https://www.re-innovation.co.uk/docs/dc-current-measurement/>. [Accessed: 28-May-2018].
- [12] Fluke Ibérica S.L., "Conceptos básicos de las pinzas amperimétricas," p. 6, 2014.
- [13] V. Rodríguez, "El efecto Hall cuántico y sus contextos," no. 1999, pp. 141–158, 2013.
- [14] L. G. Metas and M. Asociados, "Método Indirecto para la Calibración de Shunt de Corriente Continua Apasionados por la Metrología," p. 6, 2009.
- [15] A. C. Asdrubal Hernandez, "Universidad de la costa departamento de ciencias básicas área de laboratorio de física," pp. 1–6, 2018.
- [16] H. Guo, K. Woodbridge, and C. J. Baker, "Evaluation of WiFi Beacon transmissions for wireless based passive radar," *2008 IEEE Radar Conf. RADAR 2008*, no. 1, pp. 1–6, 2008.
- [17] J. Hernández, "Cálculo simplificado del valor medio y eficaz de una forma de onda," *Técnica Ind.*, no. January, 2007.
- [18] Mari Neru, "Comportamientos

extraños de la batería de tu Android ¿Nos miente el medidor? - El Androide Libre,” 2010. [Online]. Available: <https://elandroidelibre.espanol.com/2010/12/comportamientos-extranos-de-la-bateria-de-tu-android-¿nos-miente-el-medidor.html>. [Accessed: 13-Jun-2018].

- [19] Battery University, “Battery Discharge Methods – Battery University,” 2011. [Online]. Available: [http://batteryuniversity.com/learn/article/discharge\\_methods](http://batteryuniversity.com/learn/article/discharge_methods). [Accessed: 13-Jun-2018].