

## Integración de Bluetooth y app móvil para monitoreo de datos con módulo PHYWE Cobra

Boichuk, Pablo M. <sup>a</sup>, González, Joaquín E. <sup>a\*</sup>, Korpys, Ricardo A. <sup>a</sup>, Maxit, Alejandro G. <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.  
e-mails: pablmartinboichuk@gmail.com, gonzalez.joaquin.ev@gmail.com, korpys@fio.unam.edu.ar,  
alejandro.maxit@fio.unam.edu.ar

---

### Resumen

El objetivo principal del proyecto es reflotar el módulo PHYWE Cobra Interface 2, agregar comunicación vía Bluetooth, desarrollar una aplicación que permita visualizar los datos en un dispositivo celular. Para lograrlo, se diseñó un circuito electrónico que integra el módulo Bluetooth, y se pretende desarrollar una aplicación con una interfaz gráfica atractiva e intuitiva para facilitar la visualización de los datos. Se realizó pruebas para verificar el correcto funcionamiento del módulo en diferentes ambientes y situaciones.

**Palabras Clave** – Sistemas embebidos, microcontroladores, programación, experimentos físicos.

### 1 Introducción

En el ámbito de la ingeniería, las prácticas de laboratorio desempeñan un papel esencial en la formación académica de los estudiantes, siendo los módulos didácticos elementos fundamentales que guían y enriquecen su desarrollo. Estos dispositivos, permiten llevar a cabo experimentos y demostraciones relacionadas con temas específicos, en las que los alumnos siguen una serie de instrucciones para llevar a cabo el desarrollo de las actividades. Algunos de estos módulos requieren también el uso de un software o herramienta de simulación, con el cual adquieren datos o gráficos a partir de mediciones realizadas, que luego se tendrán que interpretar y sacar conclusiones para afianzar los conocimientos teóricos. En la actualidad, el avance tecnológico ha impulsado la interconexión de dispositivos de forma inalámbrica, lo que conlleva a una movilidad y versatilidad superiores. Esta libertad posibilita el acceso y el intercambio de información desde una ubicación cercana al mismo, sin depender de un punto de conexión estático. Aprovechando esta ventaja, se tiene como objetivo modernizar la conectividad del módulo PHYWE a inalámbrica, para que sea posible el empleo de una aplicación a través de un smartphones o tablet que simplifique la interacción con el módulo, y permita llevar a cabo las configuraciones necesarias para los ensayos de laboratorio.

#### 1.1 Módulo PHYWE COBRA Interface 2

Este módulo es un dispositivo utilizado para la adquisición y control de datos para experimentos científicos de fines educativos; diseñado y producido por la empresa alemana PHYWE Systeme GmbH Co. KG[1].



**Fig. 1.** Módulo PHYWE COBRA Interface 2

El módulo PHYWE se conecta a una computadora a través del puerto serial (mediante un conector DB25) para transmitir los datos y trabajarlos mediante el software que proporciona el fabricante. Por otro lado, el equipo permite la medición de una gran variedad de magnitudes físicas a través de sus entradas digitales y analógicas; como también, posee salidas capaces de controlar dispositivos externos.

### 1.2 Entradas y salidas

Cuenta con ocho entradas digitales, las cuales tienen un estado lógico por defecto alto, con una tensión de 5Vdc. También posee ocho puertos que funcionan como salidas digitales. Estas salidas se encuentran, por defecto, en un estado bajo (0Vdc). El nivel de tensión al asumir un estado lógico alto puede ser tomado del mismo módulo (5Vdc) o por un medio externo, siendo el valor máximo de 15Vdc.

Tiene además, cuatro canales analógicos de entrada; de los cuales dos permiten configurar su factor de ganancia. Dispone de dos puertos de salida analógica, los cuales pueden tomar valores entre -10V y +10V.

### 1.3 Temporizadores

El módulo dispone de dos temporizadores, capaces de funcionar de manera independiente y en paralelo. Requieren una señal de inicio para empezar a contar, y una señal de fin. Tiene una función que emplea ambos contadores en conjunto para contar eventos; que puede ser con lógica positiva o negativa.

#### 1.4 Relés

Alberga dos relés, uno ubicado en la parte frontal del equipo con una capacidad de 42V y 1A; y el segundo en la parte posterior que puede operar tensiones semejantes a la de alimentación.

#### 1.5 Software

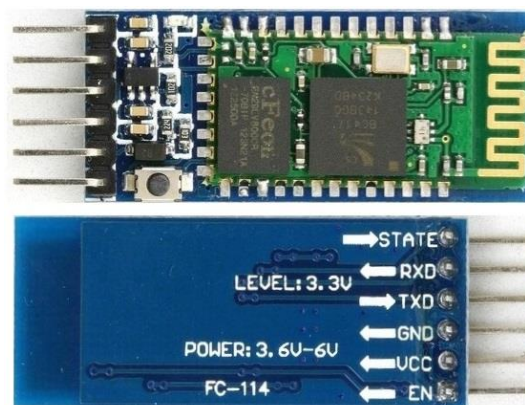
Todas las funcionalidades del módulo PHYWE se configuran y se hacen uso mediante el set de instrucciones del "Programa monitor COBRA". Este software, brinda las herramientas necesarias para leer los puertos de entrada, configurar las salidas, hacer uso de los temporizadores, relés, etc. La comunicación se realiza a través de una computadora, denominada HOST, con la interfaz serial. El formato de datos es de 8 bits, sin paridad, 1 bit de inicio/parada, y una velocidad por defecto de 9600 baudios.

Utiliza caracteres ASCII de 8 bits, en el que los comandos constan de letras individuales (mayúsculas o minúsculas), mientras que los parámetros son números hexadecimales. Se puede configurar el uso del carácter " \* " como un modo de hand-shake.

## 2 Propuesta de mejora

Con el propósito de realizar una mejora en la conectividad del módulo, en lo referente al hardware, es necesario agregar componentes electrónicos que brinden al PHYWE la capacidad de poder comunicarse mediante Bluetooth con otros dispositivos.

Para ello se decidió utilizar un módulo HC-05, el cual suele ser utilizado en proyectos de electrónica, robótica, y aplicaciones de IoT. Su popularidad se debe a su facilidad de uso y costo asequible.



*Fig. 2. Módulo HC-05*

El mismo posee un pequeño tamaño y viene con una antena integrada. Funciona con el protocolo Bluetooth V2.0 y sus señales eléctricas son compatibles con niveles TTL[2].

El propósito del HC-05 es el de tomar las señales serial del módulo PHYWE y transmitir las de manera inalámbrica. Estas señales toman valores  $\pm 12Vdc$ , lo que hace necesario una etapa de conversión de tensión a niveles de TTL para el HC-05.

Para esta conversión se utiliza el Circuito Integrado MAX232N. Este CI convierte las señales de un puerto serie RS-232 a señales compatibles con los niveles TTL de circuitos lógicos y viceversa. Este dispositivo sirve como interfaz de transmisión y recepción para las señales RX (recepción de datos), TX (transmisión de datos), CTS (listo para enviar) y RTS (solicitud de envío). Este componente se utiliza comúnmente en aplicaciones de comunicación de datos serie, como ser entre una computadora y un dispositivo periférico, o entre dos dispositivos electrónicos[3].

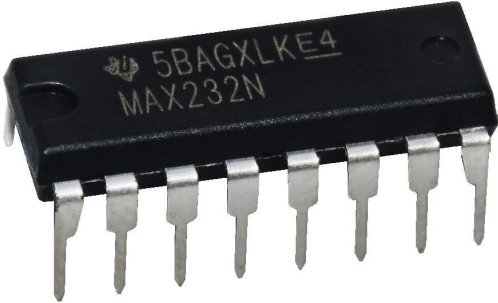


Fig. 3. MAX232N

**3 Diseño del circuito**

Como el modo de usar el MAX232N es de un caso típico, se emplea el circuito de un caso típico sacado de su hoja de datos[3]. Este circuito, mostrado en la Figura 4, es el circuito a implementar dentro del módulo PHYWE para poder realizar la comunicación por bluetooth.

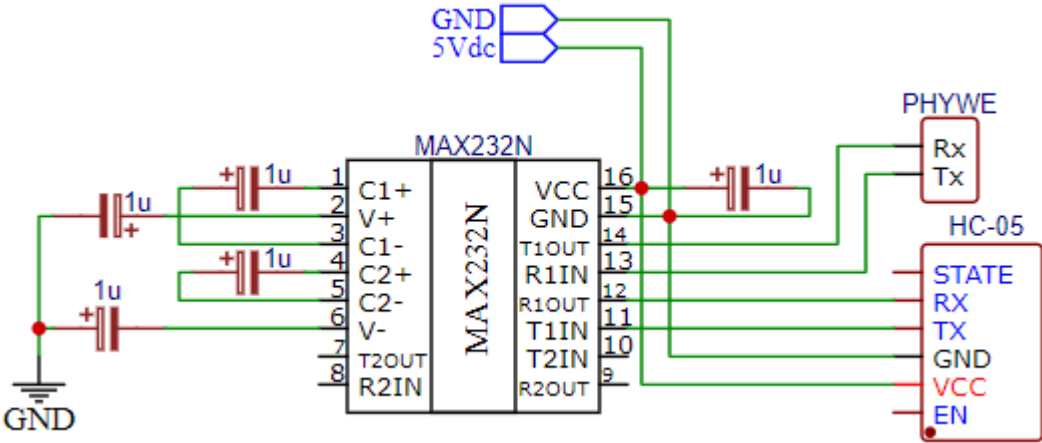
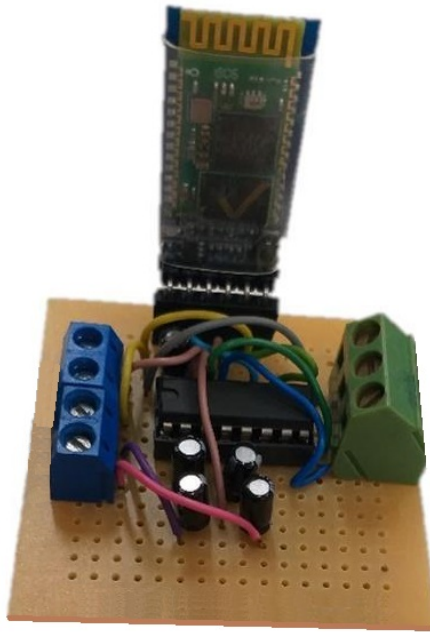


Fig. 4. Circuito propuesto

El circuito fue implementado en una plaqueta perforada, mostrada a continuación.

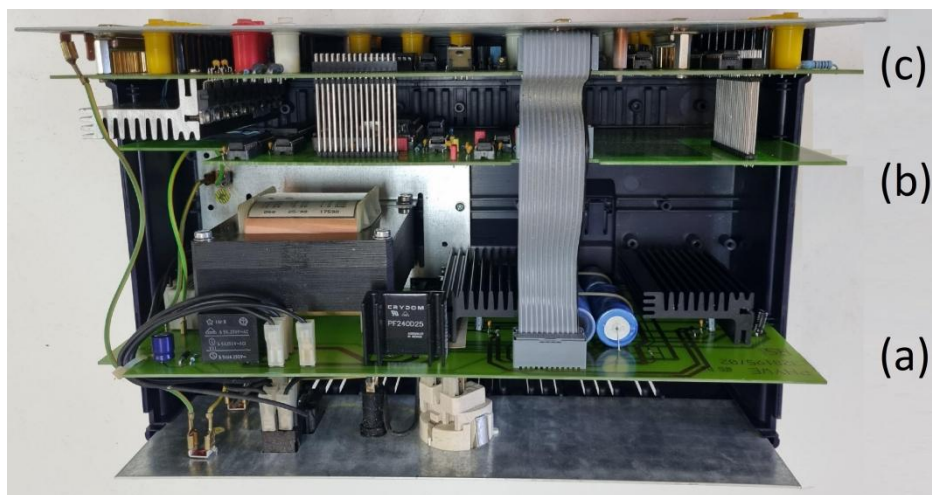


*Fig. 5. Implementación del circuito*

#### **4 Montaje, pruebas y resultados**

Antes de integrar el circuito en el interior del módulo PHYWE, se llevaron a cabo ensayos preliminares para verificar su funcionamiento adecuado.

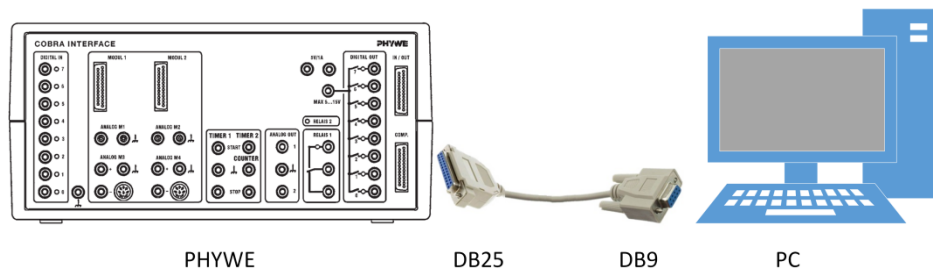
Previo a establecer la conexión con la PC, se procedió a desmontar el equipo con el fin de confirmar el estado óptimo de los componentes internos. La Figura 6, ilustra el dispositivo sin su cubierta superior, permitiendo la observación de que las placas electrónicas no presentaban daños en sus componentes. Con base en esta inspección, se prosiguió con el montaje de la carcasa superior.



*Fig. 6. Interior del módulo*

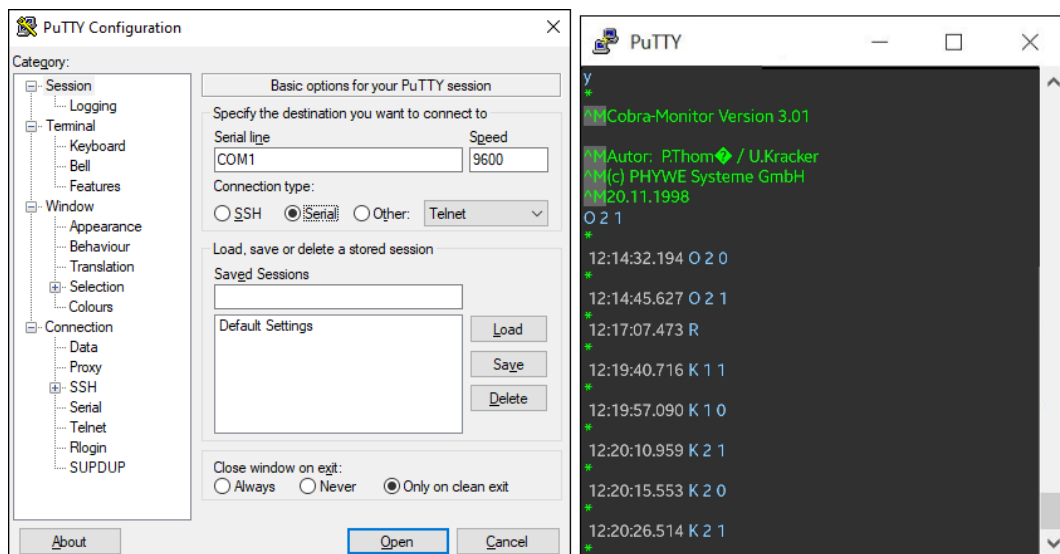
El módulo PHYWE se compone de tres placas de circuito impreso que dividen las distintas etapas del dispositivo. La primera etapa aborda la potencia (Figura 6 (a)), seguida por la etapa del microprocesador y la lógica (Figura 6 (b)), y por último, se encuentra la etapa de interfaz de entradas/salidas y visualización de estados (Figura 6 (c)).

A continuación, se procedió a establecer la conexión entre el PHYWE y una PC, utilizando el puerto serial ubicado en la parte frontal del equipo, como se muestra en la Figura 7. Para esta conexión, se empleó un cable con conectores DB25 hembra a DB9 hembra, adaptando la conexión a la PC.



**Fig. 7.** Conexión a PC por cable DB25 a DB9

Luego de realizar la conexión, se utilizó un software de código abierto llamado PuTTY, que proporciona una solución de emulación de terminal serial para sistemas Windows. Para configurarlo, se seleccionó la opción “Serial”, se le asignó el puerto COM y se estableció la velocidad de comunicación en 9600 baudios tal como se muestra en la ventana de configuración de la Figura 8.



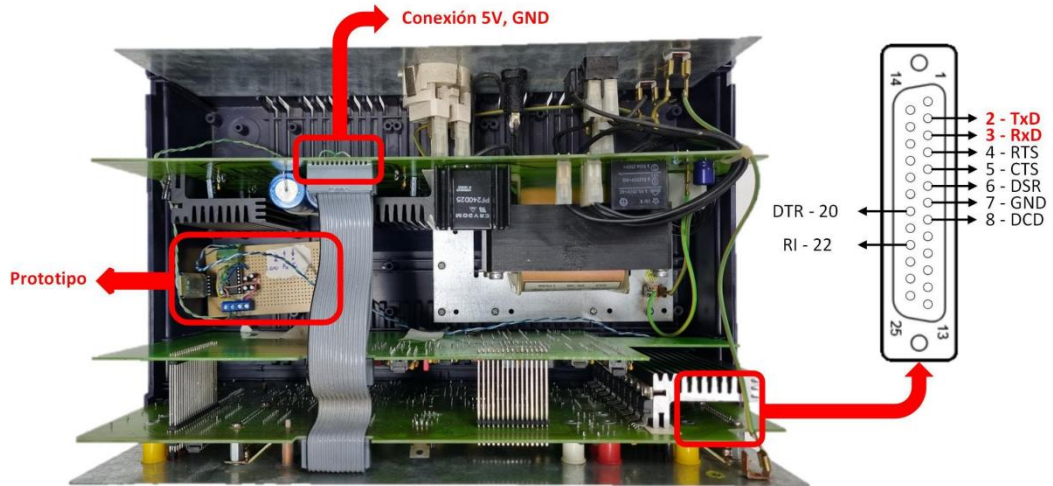
**Fig. 8.** Interfaz software PuTTY y su terminal

Luego se ejecutó el terminal, donde se probó una lista de comandos proporcionados por el fabricante con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento del dispositivo al variar el estado



de los relés, de las entradas y salidas digitales, como también realizar cambios en la configuración de los temporizadores.

Finalizadas esas pruebas, se procedió a montar el circuito de la placa perforada en el interior del módulo.



**Fig. 9.** Montaje del prototipo en el chasis del PHYWE

Como se muestra en la Figura 9, el prototipo fue ubicado dentro del chasis del módulo PHYWE, y se lo conectó a la etapa de potencia del mismo, utilizando la tensión de alimentación suministrada por el circuito integrado 7805 de 5V y GND como referencia de tierra. Por otro lado, se conectaron los pines de comunicación Rx y Tx del PHYWE del puerto frontal "COMP." a los respectivos pines del MAX232N.

Con ello, se obtuvieron los mismos resultados que en los de la Figura 8 dando una conexión satisfactoria y respondiendo según lo esperado al configurar los comandos del PHYWE de manera inalámbrica (Figura 10). Para la vinculación, se seleccionó el puerto COM correspondiente al dispositivo bluetooth de la PC.

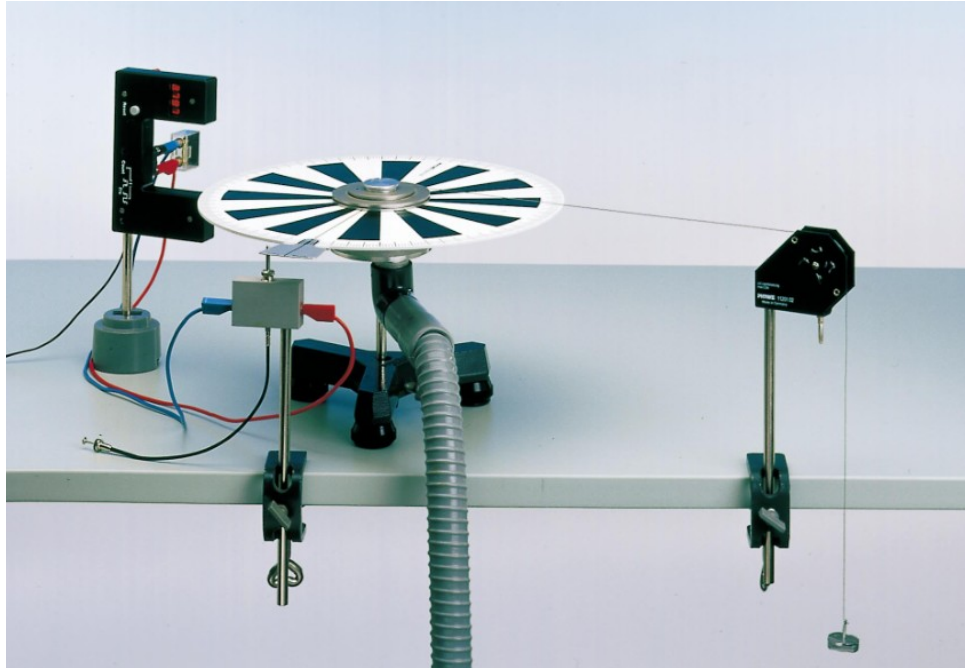


**Fig. 10.** Vinculación inalámbrica entre modulo PHYWE y Pc

#### 4.1 Experiencias físicas

Siguiendo los objetivos propuestos, se procedió a realizar diversos experimentos físicos.

Uno de ellos tiene que ver con la velocidad, aceleración angular y momento de inercia de un cuerpo. Se parte de una guía oficial de los creadores del módulo PHYWE[4].



**Fig. 11.** Experiencia de movimiento circular

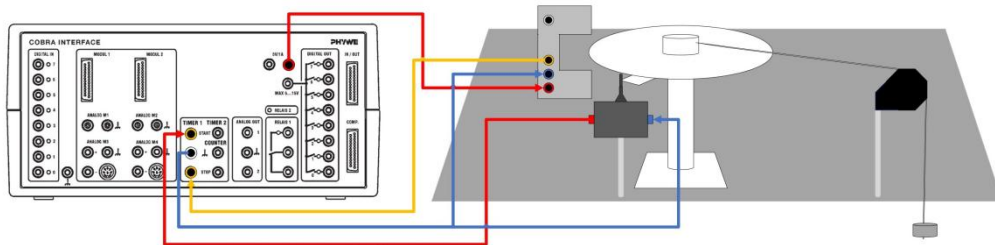
El arreglo para el experimento es similar al presentado en la Figura 11, donde se cuenta con un sensor el cual detecta la presencia o ausencia de un objeto mediante un haz de luz, una rueda giratoria con ángulos graduados, un pequeño tope para evitar el movimiento del disco, y un sistema de pesas para que ejerza un momento sobre la rueda.

En este experimento, el ángulo de rotación y la velocidad angular se miden en función del tiempo en el disco que pivota y gira sin fricción, sobre el que se hace actuar un momento. La aceleración angular se determina en función del momento.

De esta manera se realizan dos experimentos. En el primero, se busca realizar un gráfico de la posición en función del tiempo. Para esto, se toma el tiempo que tarda el disco en recorrer un cierto ángulo fijado, desde una posición de referencia. Este proceso se repite para varios ángulos, a fin de poder obtener una curva de posición angular en función del tiempo. El segundo experimento se realiza para inferir la velocidad instantánea para cada ángulo medido. Para esto se utiliza la ranura saliente que posee el disco giratorio. Se realiza de forma similar al primer experimento, pero midiendo la velocidad media del disco en ese instante. El procedimiento es para cada uno de los ángulos del primer experimento, a fin de poder obtener la curva de velocidad angular en función del tiempo.

La conexión usada se muestra a continuación.

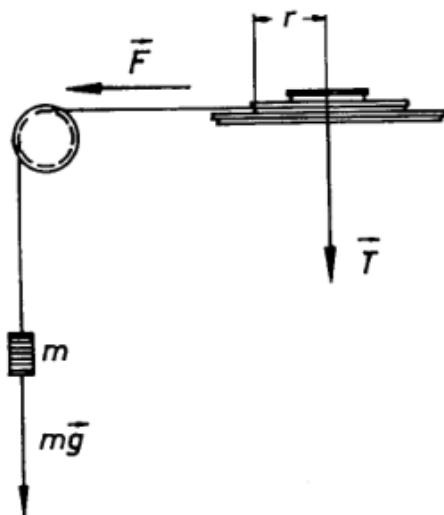




**Fig. 12.** *Experiencia de movimiento circular*

El disco giratorio debe alinearse horizontalmente con el sensor. El interruptor que sostiene al disco debe ajustarse de modo que en la condición establecida toque la saliente de este. El rango angular a medir se fija moviendo la barrera de luz. La polea de precisión se sujeta de modo que el hilo, enrollado en el disco sobre un cierto radio, quede suspendido horizontalmente sobre la placa y quede al ras con la polea.

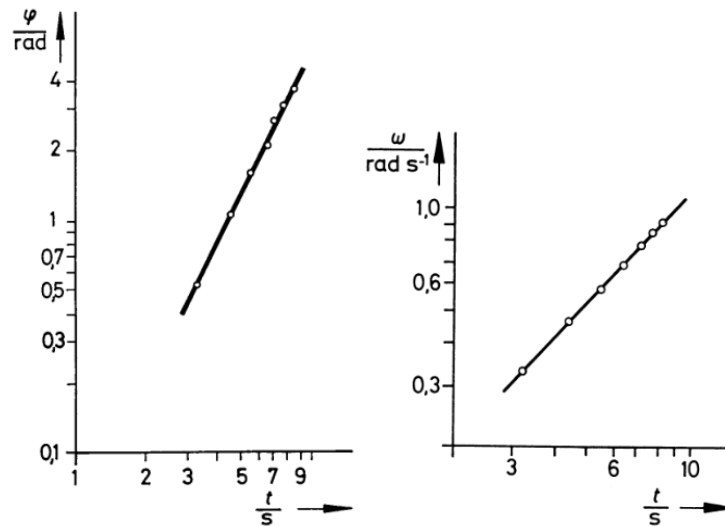
En la Figura 13 se observa el momento ejercido por la pesa sobre el disco giratorio.



**Fig. 13.** *Momento de la fuerza de un peso sobre el disco*

En la Figura 12 se muestra un esquema sencillo de las conexiones para el experimento. El sensor de barrera de luz y el interruptor de liberación son alimentados mediante las salidas de GND y 5V del módulo PHYWE. La señal del interruptor de liberación se conecta a la entrada de Inicio del TIMER1, y la señal de salida de la barrera de luz se envía a la entrada de Fin del TIMER1.

Para obtener los puntos de la curva de la posición angular en función del tiempo, se configura al TIMER para que empieza la cuenta de tiempo en el momento en que el interruptor que sostiene al disco es liberado, y finalice cuando la ranura saliente de este atraviese el haz del sensor. Para los puntos de la segunda curva (velocidad angular en función del tiempo), el contador debe empezar su cuenta en el momento que la ranura antes mencionada comience a pasar por el haz de luz, y termine cuando esta termine de pasar. En la Figura 14 se muestran representaciones de estas curvas.

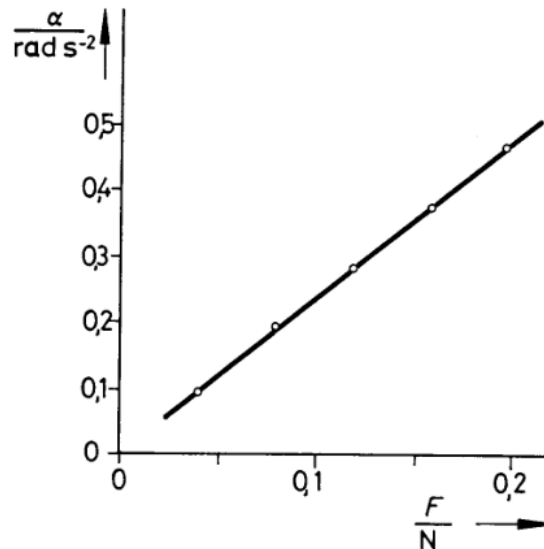


(a) Posición en función del tiempo

(b) Velocidad en función del tiempo

**Fig. 14.** Curvas en función del tiempo

Si se repiten los ensayos para diferentes valores de pesas, se puede encontrar la curva de la aceleración angular en función del momento ejercido por cada uno (Figura 15).



**Fig. 15.** Aceleración en función del momento

## 5 Resultados

Como se mencionó anteriormente, la primer tarea fue comprobar el funcionamiento del módulo PHYWE, a través de los comandos de fábrica, mediante una PC de escritorio. La comunicación se realizó de manera serial, mediante un cable DB25-DB9. Se comprobó el correcto funcionamiento de las entradas y salidas tanto analógicas como digitales, las diferentes configuraciones de los timers, y el control del relé ubicado en la parte frontal del equipo.

Una vez ubicado el circuito con el módulo bluetooth dentro, se realizaron las mismas pruebas, mediante una notebook y un smartphone, obteniendo los mismos resultados.

Respecto a los experimentos físicos, se pudieron realizar satisfactoriamente, verificando que los mismo puedan realizarse de manera repetida, alcanzando resultados semejantes.

## 6 Conclusiones

En ingeniería, las prácticas de laboratorio son una parte fundamental en la formación académica de los estudiantes, donde los módulos didácticos juegan un papel clave durante el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

Dado que el objetivo principal del proyecto es reflotar el módulo PHYWE Cobra Interface 2, al agregar una conexión inalámbrica se pudo recuperarlo por no tener compatibilidades en cuanto a conexión y software con las PCs actuales, ya que las mismas no poseen el puerto DB25 y el sistema operativo actual no admite los programas de instalación que proveía el fabricante para los dispositivos. Por otro lado, esto da la posibilidad de utilizar un smarphone, tablet o Pc que disponga de conexión bluetooth para poder conectarse con el modulo y realizar las configuraciones a través del mismo.

Como trabajo a futuro, queda el diseño y realización de una aplicación para smartphones que permita realizar la configuración del PHYWE previo a realizar un ensayo de laboratorio, como así también, mostrar algunos resultados de datos tomados con el módulo a través de los sensores.

## 7 Referencias

- [1] PHYWE. "Cobra 2 Modulsystem ohne Anzeige". Disponible: <http://www.kappenberg.com/pages/wandler/gat042.htm>
- [2] NAYLAMP MECHATRONICS. Disponible: <https://naylampmechatronics.com/inalambrico/43-modulo-bluetooth-hc05.html>
- [3] Texas Instruments. "MAX232x Dual EIA-232 Drivers/Receivers". REVISED NOVEMBER 2014. DISPONIBLE: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf>
- [4] PHYWE. "Moment and angular momentum". LEP 1.3.15.