

RELOJ “PÚLSAR”

Por Pedro Eisman Cabado, noviembre 2025

- GUIA DE OPERACIÓN -



1. INTRODUCCIÓN

Mientras elaboraba el reloj “Aire” y a cuento del uso de imanes de neodimio, me rondaba por la cabeza la idea de hacer un reloj que levitara. Pero una levitación por repulsión más que por atracción. El caso es que encargué uno de esos “levitrones” que se anuncian en Ali Express y que cuestan alrededor de unos 50€. Seguí con mis otros relojes y al cabo de unos días me llegó el aparatito. Lo probé y la verdad es que funcionaba. Eso sí, la parte del reloj que levita no podría exceder los 500 g de peso ya que de lo contrario el “invento” colapsaría.

Al margen del levitron, había que disponer un módulo de alimentación electromagnética de alta distancia por lo que adquirí un set de 24v/12v también en Ali Express por menos de 20€. Por supuesto estaba descartado el uso de un Arduino Uno ya que es demasiado grande, por lo que me decanté por un Arduino Micro.

El reloj daría la hora por luz filtrante en unos discos de metacrilato de 5 mm de espesor. Para aligerar el peso al máximo no los haría macizos, cortarían las planchas como aros estrechos. Las partes de madera las haría con madera de balsa en la medida de lo posible, lo más ligeras que pudiera.

Con estas ideas en mente y con todo el aparataje necesario me puse a construir el reloj. Aquí nada de Fusion 360. Solo un poco de Lightburn y cortadora láser, sierra de marquetería y lija circular.

Lo primero era construir el módulo que levitaba y en un principio pensé en poner 12 aros (para las 12 horas). Pero muy pronto reduje los aros a solo cuatro. El caso es que construí este módulo y el resultado no me terminó de convencer. El reloj mostraba dos problemas críticos: inestabilidad e interferencias magnéticas en el Arduino. Con un poco de suerte las interferencias se podrían resolver añadiendo un “step down” y algunos condensadores, pero el tema de la estabilidad era otra cosa. El módulo levitaba, pero giraba y no terminaba de parar. Además “escoraba” y a la mínima perdía el equilibrio y acababa estampado sobre la base. La estructura no aguantaría mucho tiempo tanto “golpetazo”.

Así que tuve que abandonar la idea del levitron aunque pude completar el reloj con los otros elementos del diseño original.

Muestro una foto del módulo con el diseño cambiado y levitando sobre el levitron para dar fe de lo que he mencionado anteriormente. En esta foto obviamente el imán no está alojado en el interior del módulo, solo apoyado sobre él.



El problema de las interferencias efectivamente se elimina con un step down y con condensadores. Aquí muestro otra foto en la que el reloj da la hora sin mayores problemas con estas mejoras (no se bloquean los bucles de mostrar la hora).



Pero tal como he dicho anteriormente, abandoné la idea del levitron por los problemas de estabilidad. En el futuro seguramente lo aproveche para hacer una lámpara sencilla (sin Arduino) que levite y que aguante mejor los golpes. Eso es bastante más fácil que hacer un reloj.

2. EL CIRCUITO Y SU PROGRAMA

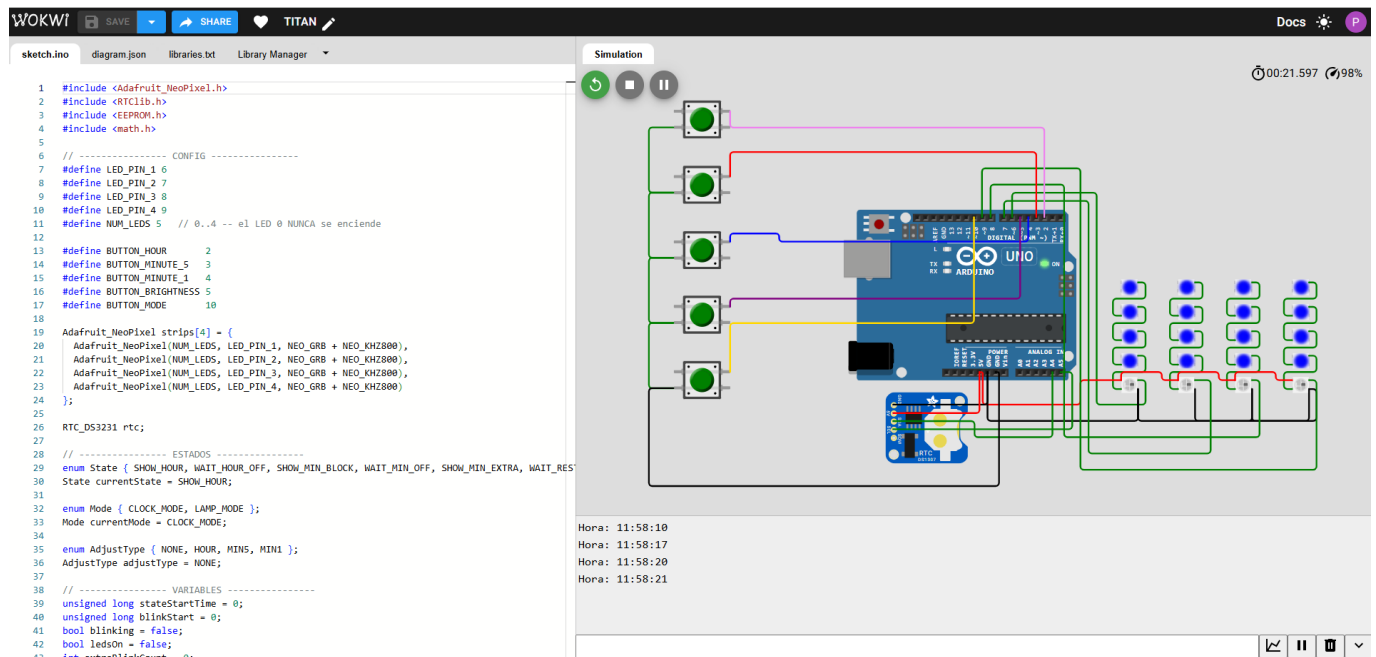
Para este reloj sí que ha sido posible el uso del simulador Wowki que, aunque no dispone de Arduino Micro en su librería de elementos, el reloj se puede simular perfectamente con un Arduino Uno. En Wowki no es necesario incluir step downs ni condensadores, básicamente lo que se prueba es el programa. El resto de los temas eléctricos hay que probarlos directamente en el modelo.

Una vez más me armé de paciencia y me puse manos a la obra con Chat GPT. Tardé bastantes horas en completar el programa y algunas más en resolver los problemas de interferencias electromagnéticas. Pero al final y como siempre hasta ahora conseguimos completar un código para el reloj. El código más complejo sin lugar a duda de todos los que he hecho hasta ahora. Tiene más de 600 líneas. De hecho, tuve que hacer un upgrade a Chat GPT 5.1 porque no se podían enviar ficheros tan pesados y los tiempos de respuesta eran muy lentos.

Como he dicho anteriormente, al final me decanté por incluir solo cuatro aros de luz filtrante. La razón de usar cuatro aros y no otro número es por practicidad. Cuatro coincide con los minutos residuales y cuatro aros iluminados se cuentan muy bien a simple vista. Así que he usado tiras de leds RGB direccionables de 4 leds cada una. Bueno en realidad de 5 leds, aunque uno de ellos está siempre apagado (esto es por razones estructurales). Dado que la idea original era la de aliviar peso, adquirí una tira de 144 leds por metro en la que los leds solo están separados 2 mm entre sí. He dispuesto cuatro tiras verticales orientadas a 90º entre ellas para asegurar una buena iluminación de todos los discos.

También he incluido 5 pulsadores con las mismas funciones que en el reloj “Fibonacci”

A continuación, se muestra el proyecto que elaboré en Wowki:



En relación con el código para el Arduino, la versión final está disponible en mi página web de modelismo naval.

El reloj por supuesto que lleva su RTC DS 3231 para almacenar la hora y esta se proyecta en los discos como sigue:

- Las horas se dan con parpadeos en rojo o en azul. En color azul en caso de ser AM y en color rojo en caso de ser PM. Se iluminan tantos aros como son necesarios, de 1 a 12. Claro está, si son más de las cuatro hay que hacer un segundo o tercer ciclo de parpadeos. Así, por ejemplo, si son las 11 AM entonces el reloj pulsa con cuatro aros azules durante 2 segundos. Luego hay una pausa de un segundo para que vuelvan a pulsar otros cuatro aros en azul. Finalmente, una tercera pulsación esta vez con solo tres aros. En total se han alumbrado once aros en azul. Son fáciles de contar
- Los “minutos por cinco” (parte entera de los minutos divididos por 5) se dan en verde y de la misma forma. Por ejemplo, si son las XX:20 parpadean cuatro aros en color verde. Si son las XX:45 parpadearían cuatro primero, luego otra vez cuatro y finalmente uno más. En total nueve aros encendidos en verde ($9 \times 5 = 45$)
- Por último, los minutos restantes o residuales se marcan con parpadeos blancos de 1 a 4.
- Si no hay minutos residuales no hay parpadeos en blanco al igual que no hay parpadeos en verde si la hora es en punto o los minutos son menores a 5. Cuando cambia la hora el reloj hace un efecto luminoso de subida y bajada.

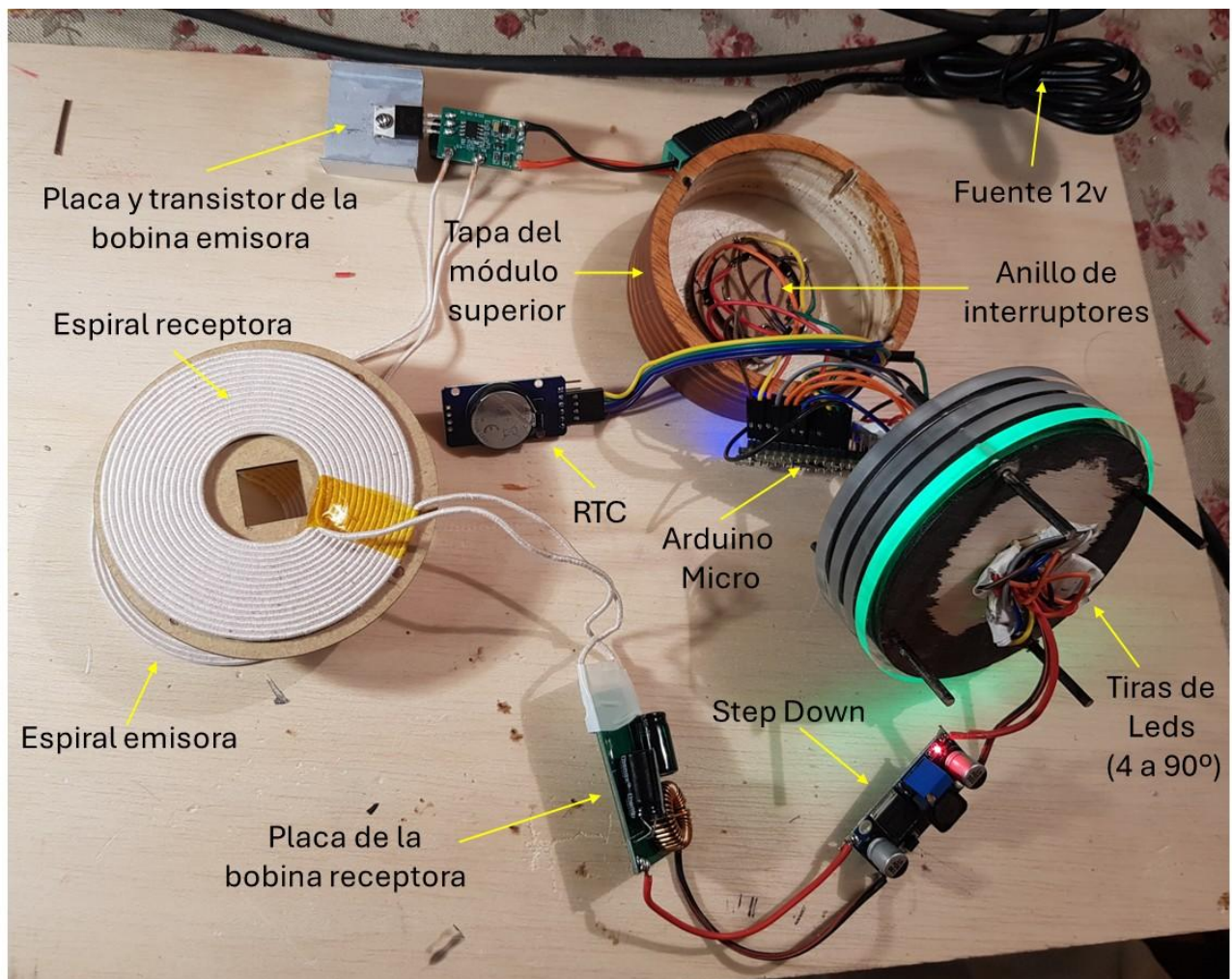
Los botones de ajuste son similares al Fibonacci. Aquí el único inconveniente es que los de la hora y los de 5 minutos no se visualizan totalmente al ajustar la hora, aunque es sencillo. Al apretarlos se ponen las horas o los minutos a 00 respectivamente y luego van aumentando el valor. Solo hay que contar las pulsaciones. Los minutos residuales se visualizan perfectamente. Si los minutos residuales son cero entonces parpadean la primera fila de leds en amarillo. El botón de brillo funciona como en relojes anteriores y el de modo lámpara muestra un arcoíris cambiante y pulsante con un efecto relajante.

3. MATERIALES Y ESTRUCTURA

Para la elaboración del reloj se han utilizado los siguientes materiales:

- Plancha de madera de balsa y MDF de varios espesores
- Redondos de samba, manzonía y haya de diferentes diámetros.
- Tablero de contrachapado ligero de 15 mm de espesor
- Plancha de contrachapado de abedul de 0.8 mm de espesor
- Plancha de metacrilato de 5 mm de espesor
- Placa de Arduino Micro
- 5 pulsadores de 6mm*6mm
- Placa RTC DS3231 con pila CR 2032
- Tiras WS2812B de leds RGB direccionables a 5v (144/metro)
- Módulo de alimentación inalámbrico 24v/12v
- Fuente de alimentación de 24V
- Step down LM2596S
- Condensador electrolítico de 220uF 25V y cerámico de 0.5uF
- Conector Jack hembra para fuente de alimentación
- Conectores para tiras de led, jumpers, estaño y otros
- Tinte cerezo, tapa poros y barniz mate en espray
- Tirafondos y fieltros protectores

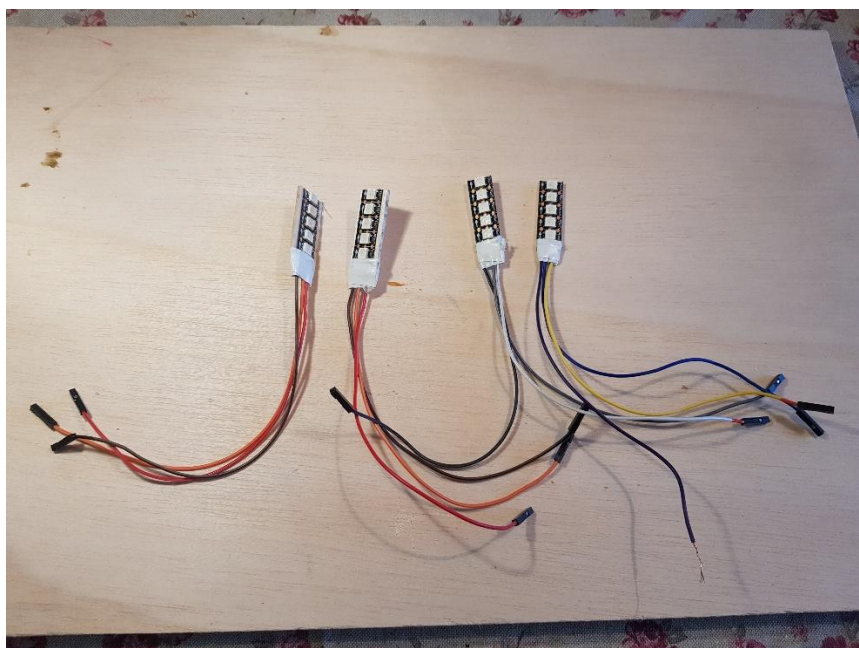
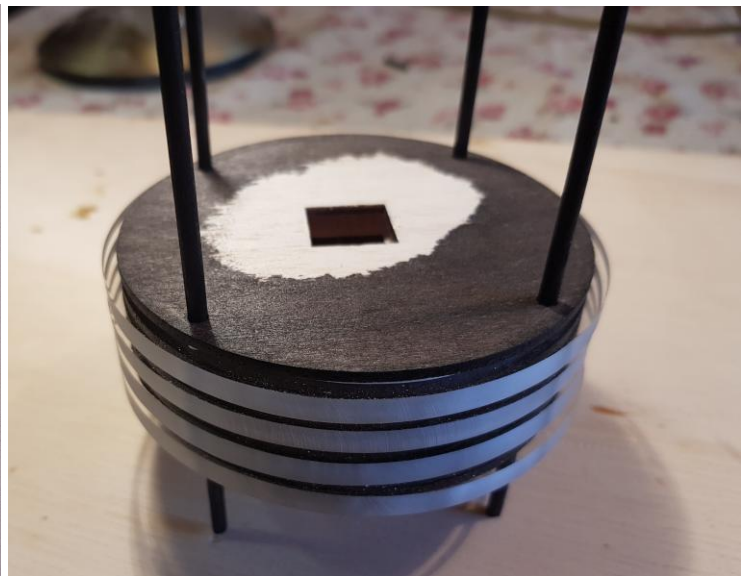
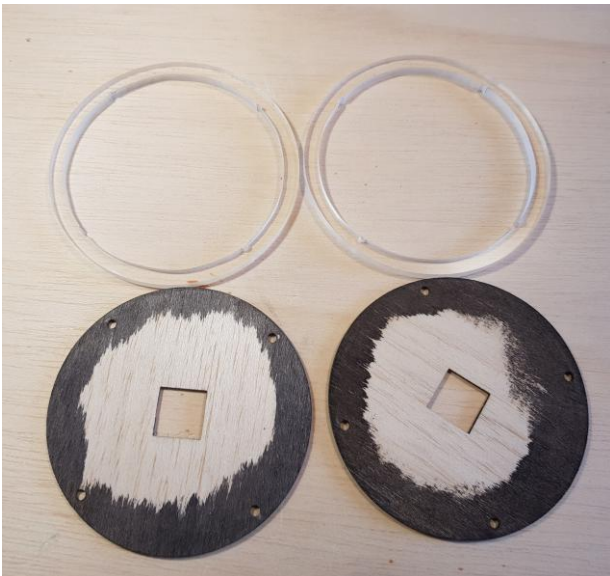
Durante la elaboración del reloj he realizado varias fotos para ilustrar las partes interiores y algunos detalles constructivos.



Como se ve en la foto hay que introducir muchos elementos en el módulo superior y no hay mucho sitio disponible. El tamaño de este módulo lo determina la espiral receptora. Esta establece el diámetro que tiene finalmente el cilindro. En la foto no se muestra la parte de abajo del cilindro, aunque es igual que la tapa superior. En una primera versión, además de todo lo mostrado, en la parte de abajo del cilindro se incluía el imán de neodimio.

La espiral receptora, su placa y el step down van alojados en la parte de abajo del cilindro. Se pasan los cables por el interior de los aros hasta llegar a la parte superior donde van el Arduino, el RTC y los interruptores.

En estas otras fotos muestro los aros de metacrilato y las planchas separadoras de madera de balsa. Estos discos de madera de balsa son para evitar que la luz se filtre de un disco a otro. Para mantener los discos y los aros alineados y poder unirlos a la tapa y a la base del cilindro he dispuesto unos redondos de 3 mm de diámetro de forma que encajan a presión. Las tiras de leds van pegadas sobre unos trozos de madera de balsa que luego se ajustan a presión en el interior de los discos. Estas planchas de madera evitan también que se difunda la luz en el interior.



Los interruptores van ubicados en una estructura en forma de anillo elaborada en MDF de 3 mm de espesor que se pega a la parte superior de la tapa.



El módulo emisor o base del reloj lleva la espiral emisora y su placa. Como el transistor se calienta bastante, este lleva un disipador de aletas de aluminio. Para mejorar la refrigeración de este módulo he dispuesto unos orificios de ventilación. Aquí como el peso no es crítico he puesto unos tornillos para acceder al interior.



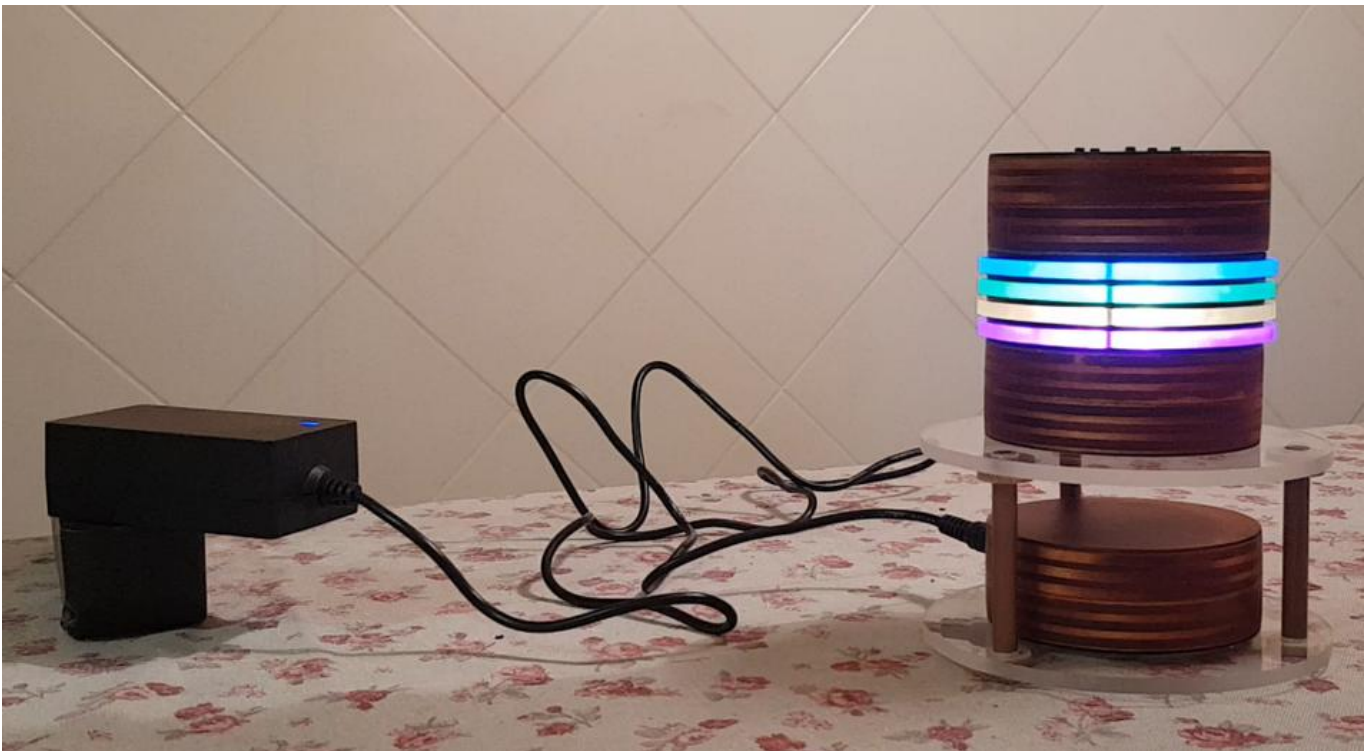
Aunque no se aprecian en las fotos, justo a la entrada del Arduino, entre los cables positivo y negativo que llegan desde el step down que está después del módulo receptor inalámbrico, se han soldado dos capacitadores. Uno grande electrolítico y otro pequeño cerámico para amortiguar los picos de tensión que puedan interferir en el Arduino.

El step down lo he regulado con mi ICE a 7.0 v para optimizar la tensión de entrada al Arduino y evitar sobrecalentamientos innecesarios.

El reloj se completa con una plataforma de metacrilato sobre la que se apoyan los dos cilindros.



En esta última foto muestro el reloj en modo lámpara:



En mi página web se puede visualizar un video explicativo de este reloj.