

Interfaces alternativas^a

Tutoriales usando chatarra electrónica y la placa microbit

^aProyecto cofinanciado: Universidad de la República, Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII FSED_2_2021_1_170937)

índice

1. Introducción: funcionamiento del mouse y el teclado	3
1.1. Funcionamiento del mouse USB	3
1.2. Funcionamiento del teclado USB de membrana	3
2. Tutoriales usando el mouse	5
2.1. Objetivo	5
2.2. Materiales	5
2.3. Construcción: click con microbit	5
2.4. Código: versión cableada	6
2.5. Código: versión inalámbrica	6
2.5.1. Microbit emisora	7
2.5.2. Microbit receptora	7
2.6. Construcción: click con microbit + fruta	9
2.7. Código: versión cableada	9
2.8. Código: versión inalámbrica	10
3. Tutorial usando el teclado	11
3.1. Objetivo	11
3.2. Materiales	11
3.3. Construcción: teclado frutal	11
4. Respuestas a las preguntas	13
5. Extras	14
5.1. Uso del multímetro	14
5.2. Funcionamiento del switch del mouse (click)	14
5.3. Más sobre el teclado de membrana	14

Antes de empezar...

Las interfaces persona-computadora pueden definirse como el punto de contacto entre un usuario humano y el dispositivo, como pueden ser computadoras, tablets o celulares. Ejemplos de estos son el mouse y el teclado clásicos, sin embargo las posibilidades son mucho más amplias y en este documento se pretende incentivar a la investigación de posibles alternativas a las comunmente utilizadas.

A continuación se dan las nociones necesarias para trabajar en diferentes proyectos de interfaces persona-computadora, utilizando chatarra electrónica (en particular mouses o teclados viejos) y la placa Microbit ^a. Los ejemplos se encuentran agrupados según el dispositivo de base que se necesita para llevarlos a cabo, y al inicio de cada sección se incluye una breve explicación del funcionamiento usual del mismo. La implementación se explica de manera progresiva, dividida en subproyectos, de manera que el lector se introduzca gradualmente tanto al funcionamiento de distintas interfaces ya existentes, como a las distintas funciones con las que cuenta la placa microbit, entre las que se usarán los pines de entrada-salida, el acelerómetro y los botones capacitivos.

Junto con cada proyecto se plantean preguntas y desafíos que ayudan al desarrollo del mismo y una guía para lograr su implementación. Al terminar cada guía se brinda una posible solución de cada propuesta a la que se puede acceder mediante un enlace a la página web <https://makecode.microbit.org/#>, donde se programa la placa. Adicionalmente, al final del documento se encuentra una sección de lectura opcional con información complementaria que puede resultar útil o interesante al llevar a cabo los proyectos propuestos.

⚠ Importante: en caso de nunca haber utilizado la placa Microbit, se recomienda fuertemente seguir el siguiente tutorial de Ceibal antes de empezar: <https://www.youtube.com/watch?v=pKt5k1wXSg>

^a<http://microes.org/que-es-microbit.php>

1 Introducción: funcionamiento del mouse y el teclado

1.1 Funcionamiento del mouse USB

Antes de modificar un dispositivo resulta útil conocer el funcionamiento original del mismo así como los elementos que lo componen. Por lo tanto en esta sección y la siguiente se presentan los principales aspectos de los dispositivos con los que se trabajará.

Al desarmar un mouse USB clásico, luego de remover la cubierta se encuentra algo como lo que se ve en la siguiente figura:

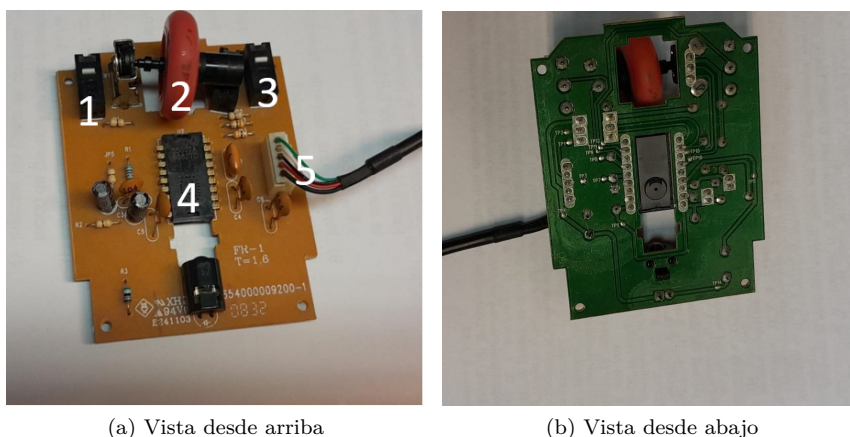


Figura 1: distintos puntos de vista del circuito interno de un Mouse USB

Donde (a) es la vista desde arriba, en la que se pueden ver los componentes que conforman el circuito del mouse, y (b) es la vista desde abajo, donde se pueden observar las conexiones entre estos. En la figura (a), se encuentran resaltados:

1. Switch para click izquierdo: Al precionarse se cierra un circuito conectando un nodo a tierra, lo que genera que se envíe el click correspondiente
2. Rueda para scrollear: esta se encuentra unida a un encoder, es decir, una pieza que genera distintos patrones de pulsos eléctricos al girarse hacia delante o hacia atrás.
3. Switch para click derecho: igual funcionamiento que el switch para click izquierdo.
4. Sensor óptico y láser: los movimientos del mouse se detectan como variaciones en el patrón detectado mediante un sensor sensible a la luz. Puede verse también el láser que se enciende al conectar el mouse, cuya luz genera dicho patrón.
5. Cable USB: este está compuesto por 4 cables: GND o tierra (usualmente negro), alimentación (usualmente rojo), D+ o cable de datos positivo (usualmente verde) y D- o cable de datos negativo (usualmente blanco).

Se considera que el funcionamiento del sensor óptico y el del encoder tienen una complejidad que escapa a este tutorial, por lo que en principio se trabajará únicamente con los switches que controlan los clicks ya que estos son componentes más sencillas.

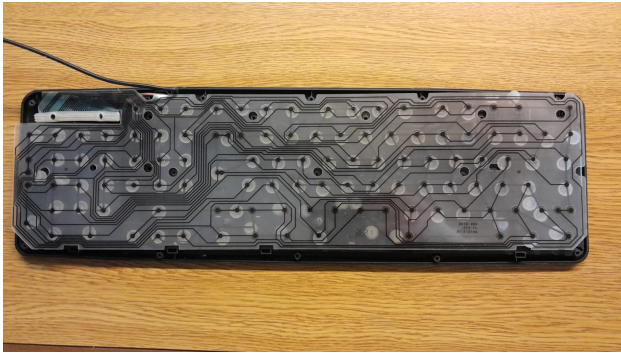
Volviendo a la figura (b), en esta se pueden ver sobresaliendo las "patas" de las distintas componentes como salidas metálicas de la placa; en adelante nos referiremos a las mismas como pines, ya que es a estas que se realizarán las nuevas conexiones. Las uniones del circuito ya existente se ven marcadas como líneas en verde más oscuro, y el entendimiento de las mismas escapa a este tutorial.

1.2 Funcionamiento del teclado USB de membrana

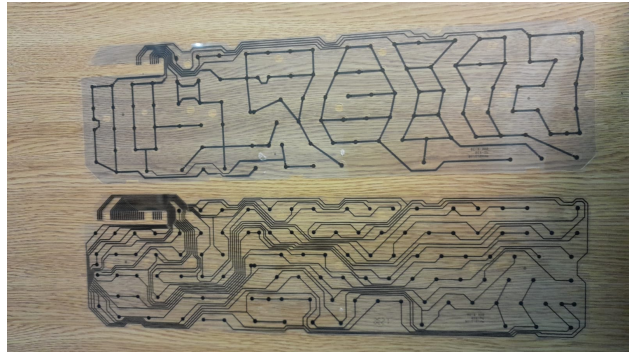
Al abrir un teclado USB de membrana, removiendo la cubierta con las teclas y la capa protectora de plástico, se encuentran dos membranas superpuestas como se muestra en la Figura 2a; estas además normalmente se encuentran unidas en algún punto, pero pueden ser despegadas y separadas como se muestra en la Figura 2b. Estas membranas están impresas en tinta conductiva, lo que quiere decir que las líneas que se ven en ellas ofician de cables. Superponiéndolas entre si y con la cubierta puede corroborarse que los círculos que se ven en ambas membranas coinciden entre sí y con las ubicaciones de las teclas en el teclado. Normalmente, una de las membranas tiene las teclas unidas por filas y otra las tiene unidas por columnas.

Al presionar una tecla, lo que se está haciendo es generar el contacto entre el círculo de la membrana de arriba y el de la de abajo; como se dijo anteriormente, las líneas pueden considerarse cables por lo que al unir dos de estas se está cerrando un circuito que enviará a la PC la señal correspondiente a la tecla que se apretó. Pero, si las membranas solo contienen cables, ¿dónde está el circuito que genera la señal, y por lo tanto que debe cerrarse para enviarla?

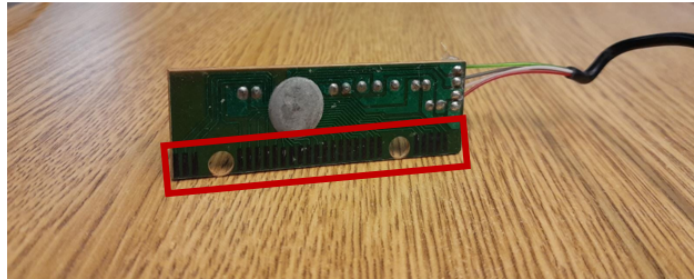
Luego de remover las membranas (también puede estar montado sobre estas, pero en el ejemplo del teclado de las



(a) Vista general de un teclado desarmado



(b) Membranas conductoras



(c) Circuito del teclado USB. En rojo se encuentran señaladas las terminales que al unirse presionan las teclas

Figura 2: componentes internos del teclado

figuras se encontraba abajo) se encuentra una pequeña placa que contiene toda la electrónica del teclado. Esta puede verse en la figura 2c y saliendo de la placa, al igual que para el mouse, se encuentran los cables de alimentación, tierra, D+ y D- que componen el USB. Además, también como en el caso del mouse, al darla vuelta se encuentran sus conexiones pero para este proyecto lo más relevante serán las líneas oscuras y verticales que se encuentran señaladas en la figura 2c; las mismas corresponden a las terminales del circuito. Puede corroborarse que, en la posición en que vienen montadas en el teclado, una parte de estas líneas coincide con las terminaciones de la membrana superior, mientras que las demás coinciden con las de la inferior. Por lo tanto, cada una de las terminales de la placa se corresponderá con una línea de una de las membranas. Entonces, unir dos de estas salidas debería tener un resultado equivalente a unir dos líneas de las membranas lo cual, como ya se explicó, corresponde a presionar una tecla. Por ejemplo, las terminales que deban conectarse entre sí para escribir una A, serán aquellas a las que se conectan las líneas de las membranas inferior y superior con el círculo correspondiente a la tecla A.

2 Tutoriales usando el mouse

2.1 Objetivo

Modificar un mouse USB para que sus clicks izquierdo y derecho puedan realizarse de maneras alternativas. Esta sección se encuentra separada en dos subproyectos: primero se buscará hacer click usando algunas de las entradas simples que puede recibir la microbit como presionar botones o agitar la placa, de manera que pueda practicarse el uso del makecode, y luego se construirá un circuito que permita clickear tocando una fruta. Además, al finalizar cada parte se presentarán las modificaciones necesarias para que el click pueda hacerse de manera inalámbrica, para lo que serán necesarias dos microbits.

2.2 Materiales

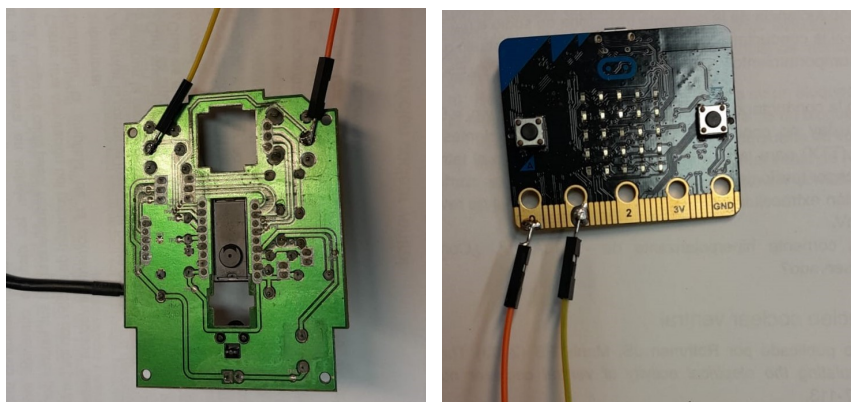
- Mouse para desarmar con conexión USB, al que le funcione al menos un botón de click.
- Cinco cables, preferentemente de entre 5 y 10 cm de largo.
- Soldadora y estaño.
- Dos placas microbit (o una, si se quieren hacer solo las versiones cableadas).
- Una fruta a elección.
- Multímetro. Si bien no es necesario para el armado del proyecto, resulta muy conveniente tener uno a mano para medir voltajes a lo largo del mismo. En caso de no conocer su funcionamiento, puede consultarse la Sección 5.1

2.3 Construcción: click con microbit

Primero se presentará una versión simplificada en la que los clicks izquierdo y derecho del mouse se correspondan con los botones A y B de la microbit, respectivamente.

La primera tarea, una vez desarmado el mouse, consiste en identificar con qué parte de su circuito se va a trabajar. Como se describió anteriormente, los mouses cuentan con dos switches para los clicks. Cada uno de estos cuenta con tres pines conectados al circuito, lo cual puede corroborarse viendo la parte de abajo del mouse que se esté usando.

El pin que nos interesa modificar es el del medio, ya que este es el que da el click; esto puede verificarse usando el multímetro para comprobar que tiene un voltaje positivo, mientras que para los otros dos se medirá cero. En caso de querer saber más sobre el funcionamiento del switch del mouse, se puede consultar la Sección 5. Una vez identificado el pin para cada switch, se debe soldar un cable de manera que pueda conectarse a la placa como se ve en la Figura 3a.



(a) Soldadura del lado del mouse (b) Soldadura del lado de la placa microbit

Figura 3: conexiones a realizar entre el mouse y la placa Microbit

Para dar el click se debe bajar el valor del pin del medio a cero; para esto, se conectará el cable previamente soldado a uno de los pines de salida con los que cuenta la microbit, de manera que podamos enviarle desde esta el valor que queramos. En la Figura 3b se ven conectados los pines 0 y 1, pero también podría haberse usado el 2.

⚠ Antes de pasar al código, se sugiere fuertemente usar el multímetro para corroborar que las soldaduras se realizaron correctamente. En caso de no saber usarlo, se recomienda consultar la Sección 5.1.

Sugerencia

Una alternativa, en caso de no poder o preferir no soldar la microbit (ya que al remover los cables puede quedar desprolijo), la conexión de la Figura 3b puede implementarse con cables cocodrilo. En caso de querer tomar este camino y no saber como, consultar la Sección 5.

Pregunta 1

¿Entre qué puntos debería medirse continuidad, para verificar que las soldaduras están bien hechas?

2.4 Código: versión cableada

Una vez realizadas las conexiones especificadas en la sección anterior, y teniendo en cuenta que nuestro sistema será el mostrado en la Figura 4, el siguiente paso será ingresar a: <https://makecode.microbit.org/#>

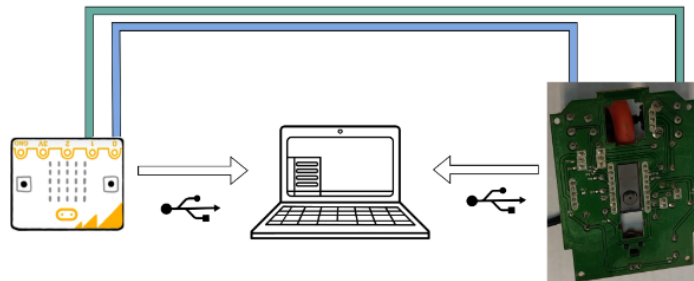


Figura 4: Diagrama de conexión para el Mouse de agitaciones.

Se usará el bloque "Al presionarse el botón A", de la sección "Entrada", de manera que las acciones que se coloquen dentro de este, se ejecutarán cada vez que se presione el botón A. Cuando esto pasa, se quiere tener un click en el mouse. Por como se hizo la conexión, el click se dará poniendo un cero en la salida conectada al mouse, ya que esta va al pin de click del switch. En este caso, como se ve en la Figura 3a el click izquierdo está conectado al pin cero y el derecho al uno.

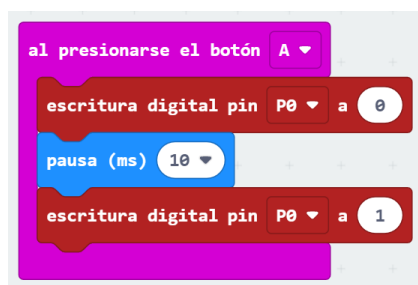


Figura 5: Código para usar el botón A de la Microbit como click izquierdo

Análogamente, en caso de querer usar ambos clicks se puede crear un segundo bloque usando "Al presionarse el botón B", en lugar de A, y "Escritura digital pin P1", en lugar de P0.

Pregunta 2

¿Por qué se añaden la pausa y el 1 en el pin cero? ¿Qué ocurre si estos no se incluyen?

Desafío 1: Click con movimientos

¿Como debería modificarse el código propuesto para que, en vez del botón A, se realice el click izquierdo al agitar la microbit? ¿es posible usar alguna otra funcionalidad de la placa para hacerlo? ¿cuales?

Sugerencia: investigar los bloques de la sección "Entrada" del makecode.

En caso de haber resuelto del Desafío 1 e implementado las modificaciones necesarias para incluir el click derecho, se debería tener el código listo para manejar ambos clicks del mouse con distintas entradas de la placa microbit. Una posible implementación final se puede encontrar en: https://makecode.microbit.org/_favhjY7hJ6pk. En este ejemplo, el click izquierdo se hace inclinando la placa hacia la izquierda y el derecho inclinandola hacia la derecha.

Una vez que el código se encuentra cargado en la placa y se comprobó que las conexiones fueron realizadas correctamente, solo resta conectar el mouse a la computadora y corroborar que funciona como se desea.

2.5 Código: versión inalámbrica

El dispositivo armado en la sección anterior puede modificarse de manera que los clicks puedan hacerse de manera inalámbrica. Para esto se necesitarán dos microbits; una que se encuentre conectada al mouse y por lo tanto a la computadora, y otra desde la que se hará el click, conectada a una pila o batería portátil (por ejemplo, la que viene incluida con la placa). Estas conexiones se muestran en la Figura 6.

Esta sección se encuentra dividida en dos partes, ya que las dos placas deberán ser cargadas con códigos distintos.

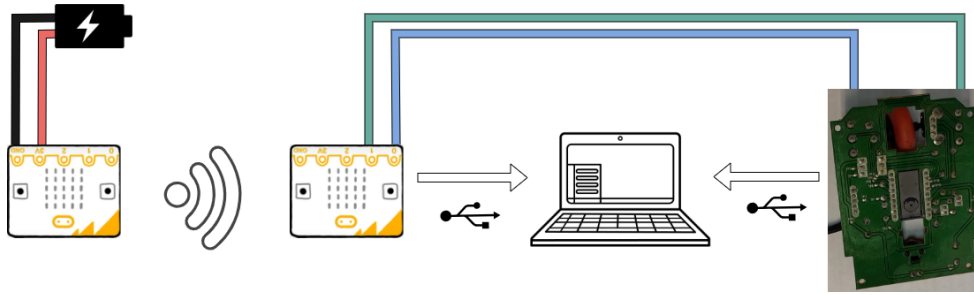


Figura 6: Diagrama de conexión para el Mouse de agitaciones, en su versión inalámbrica.

2.5.1 Microbit emisora

Esta parte corresponde al código que debe cargarse a la placa sobre la que se realiza una acción (como sacudirla o presionar uno de sus botones), haciendo que esta envíe una señal indicando el click.

Para esto se usará la herramienta de comunicación por radio de las placas microbit. La misma cuenta con grupos de radio numerados del 0 al 255, y permite enviar mensajes desde una microbit hacia **todas** las demás placas que pertenezcan a dicho grupo y se encuentren dentro de su rango de alcance (con un radio de aproximadamente 20 m^2 , dependiendo de las condiciones ambientales). Los bloques relacionados con esta funcionalidad, incluyendo el que permite determinar el grupo de radio de la placa, se encuentran en la sección "Radio" del Makecode.

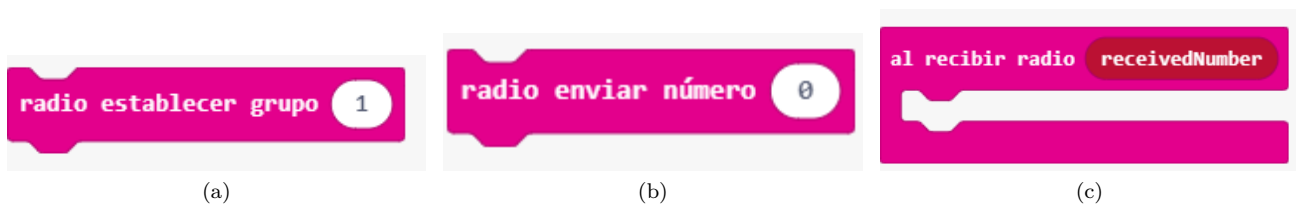


Figura 7: bloques de la sección Radio

Desafío 2: Comunicación por radio

Crear un programa que al presionar el botón A envíe un número a otra microbit utilizando la radio. El número deberá ser mostrado en los LEDs de la microbit que lo recibe.

⚠ Se recuerda que ambas placas deben tener el mismo número de grupo para lograr la comunicación.

Nuestra microbit emisora debe, al detectar que se presiona uno de sus botones, enviar un mensaje a la receptora indicando que se quiere hacer click. Además, debe ser capaz de avisar si el botón presionado es A o B para que la receptora pueda determinar si se quiere hacer click izquierdo o derecho. Esto puede implementarse por ejemplo modificando el número en "radio enviar número" de manera que un 0 corresponda al botón A y un 1 al botón B.

2.5.2 Microbit receptora

Esta parte corresponde al código que debe cargarse a la placa que va soldada (o conectada mediante cables cocodrilo) al mouse como se explicó en la sección 2.3. La misma debe realizar el click una vez que recibe el mensaje enviado por radio de la microbit emisora.

Para esto, lo primero es armar el bloque "al inicio", en el que se determinará el grupo de radio (que debe coincidir con el que se le asignó a la microbit emisora). Por otro lado, se usará el bloque "Al recibir radio", para acciones que se deben ejecutar solo cuando se recibe un mensaje por radio.

Además, si se quieren usar los dos clicks, la microbit receptora debe ser capaz de identificar si el dato recibido es un cero o un uno, de manera que pueda enviar el valor 0 a los pines P0 o P1 haciendo click izquierdo o derecho según corresponda.

Desafío 3: Toma de decisiones

Crear un bloque dentro de "al recibir dato", que realice las acciones necesarias para hacer click izquierdo si el dato recibido por radio es un cero, y que realice las acciones necesarias para hacer click derecho si el dato recibido por radio es un uno.

Sugerencia: usar el bloque "si verdadero entonces", de la sección Lógica.

Habiendo resuelto los desafíos 2 y 3 y realizando leves modificaciones sobre estos, se debería tener el código para las dos placas. Ahora solo resta subir a cada una el que corresponda, y verificar su funcionamiento.

En caso de no haber podido resolver los desafíos planteados, una posible implementación del código de la placa receptora puede encontrarse en: https://makecode.microbit.org/_4goDC0awt414, y una posible implementación del código de la placa emisora en: https://makecode.microbit.org/_TcrMEqf62MFv.

Sugerencia

Se observa que, al concluir el tutorial, tanto la versión cableada como la inalámbrica requieren de dos conexiones con la computadora: una hacia el mouse, y otra hacia la Microbit. Esto puede no resultar lo más práctico ya que se ocupan dos puertos USB, además de dejar dos cables colgando y generar complicaciones en caso de querer emplatarse nuestro mouse de agitaciones.

En caso de tener interés en poder modificar las conexiones de manera que el mouse y la Microbit se alimenten por el mismo cable, consultar la Sección 5.

2.6 Construcción: click con microbit + fruta

En esta parte se presentará el circuito necesario para presionar el click Izquierdo del mouse tocando una fruta. Para esto resulta importante mencionar que las frutas, al contener mucha agua, resultan buenos conductores y por lo tanto dependiendo de la aplicación pueden oficiar de cables. Es importante resaltar que esta aproximación no es buena en general ya que, si bien las frutas permiten el paso de corriente, lo hacen imponiendo una cierta resistencia al mismo; la posibilidad de ignorar esta resistencia depende del uso que se le quiera dar a las frutas como cables, pero para este proyecto la aproximación resulta apropiada. Lo mismo ocurre con múltiples elementos de la naturaleza que también se encuentren principalmente compuestos por agua, por ejemplo, el cuerpo humano.

También es importante saber que los pines 0, 1 y 2 de la Microbit, que se usaron como salidas en la sección anterior, también pueden oficiar de entradas y recibir señales externas; en particular, al ser usados como entrada, estos pines pueden detectar cuándo son presionados, es decir, cuándo encuentran un camino a tierra.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se construirá un circuito de manera que la corriente recorra el camino pin P2 - naranja - persona - tierra, como el que se muestra en la figura 8 de manera que, al tocar la naranja mientras se sostiene el cable azul (que se encuentra a tierra), se cierre el circuito y desde la placa se detecte el pin P2 como presionado.

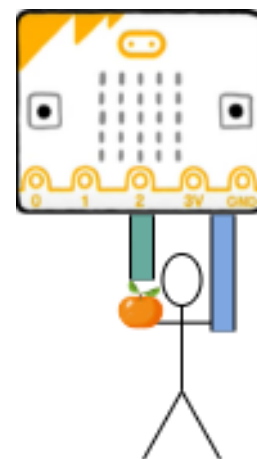


Figura 8: Circuito usado para el click con fruta

Pregunta 3

Para este proyecto tanto la fruta como el cuerpo humano pueden oficiar de cables. Sin embargo, se mencionó que ambos oponen cierta resistencia al paso de la corriente. ¿Como se podrían determinar estas resistencias usando un multímetro? Luego de medirlas, ¿estos valores son considerados pequeños en general?

Desafío 4: manejo de LEDs con fruta

Una vez construido el circuito de la Figura 8, escribir y cargar a la Microbit un código que, al tocar la banana mientras se sostiene el Cable 2, dibuje una cara sonriente con las luces de la placa.

Sugerencia: investigar el funcionamiento del bloque "Si pin P0 presionado".

2.7 Código: versión cableada

Una vez entendida la interacción básica de la placa Microbit con una fruta, se puede proceder a la programación. Para esto, las conexiones a realizar son las que se muestran en la Figura 9.

El código a usar es muy similar al usado en la sección anterior, con la modificación de que en este caso la entrada indicando que se quiere hacer un click no será el botón A presionado, sino el pin P2 presionado. Por lo tanto simplemente se reemplazará el bloque "Al presionarse el botón A" por el bloque correspondiente de la Sección "Entrada" del makecode.

En caso de no haber podido implementar esta modificación, la solución puede consultarse en: https://makecode.microbit.org/_7Xe9AxfbXTye

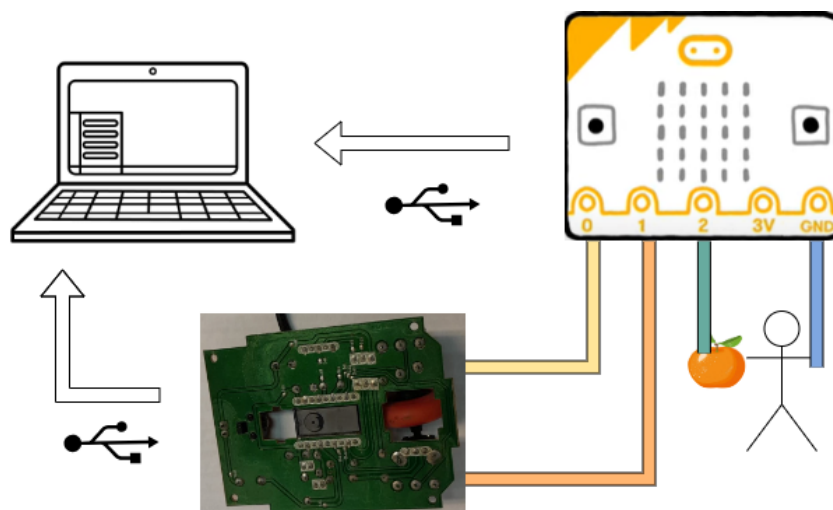


Figura 9: Diagrama de conexión para el click frutal, en su versión cableada.

2.8 Código: versión inalámbrica

Nuevamente, usando dos microbits puede implementarse una versión inalámbrica del sistema construido. Para esto, además del circuito de la Figura 9 que es el que dará el click, se usará una placa Microbit conectada a una pila o batería portátil (por ejemplo, la que viene incluida con la placa), como se muestra en la Figura 10

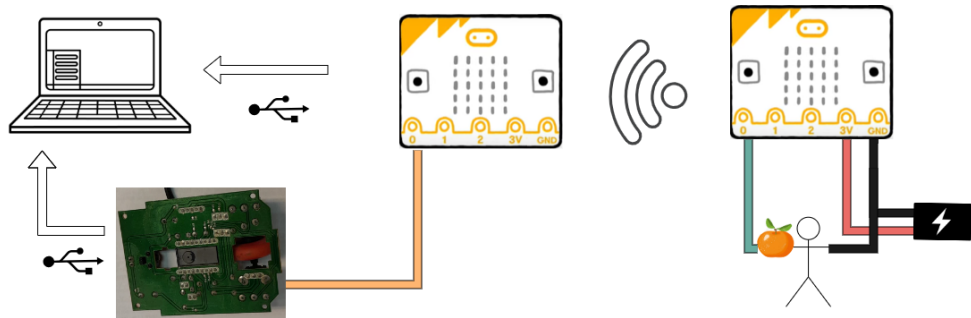


Figura 10: Diagrama de conexión para el click frutal, en su versión inalámbrica.

Las modificaciones a realizar en la versión cableada del click con fruta para hacerlo inalámbrico, resultan análogas a las vistas en la sección 2.5. En caso de tener dificultades con esto, se pueden consultar los códigos en para la microbit receptora y emisora (usando un solo click) en: https://makecode.microbit.org/_eVFA2k2a963H y https://makecode.microbit.org/_P3gTMKOYvXUb, respectivamente.

Una vez que se tiene esta parte construida, se pueden conectar los pines P0 o P1 al click izquierdo del mouse como se vio en la sección anterior de manera que al recibir la presión en el pin P2, uno de estos envíe la salida necesaria para hacer el click.

3 Tutorial usando el teclado

3.1 Objetivo

Este proyecto consiste en realizar modificaciones sobre un teclado de membrana de manera que cada una de las flechas de su teclado numérico puedan "presionarse" al tocar una fruta.

3.2 Materiales

- Teclado de membrana con conexión USB para desarmar, al que le funcionen al menos las teclas del teclado numérico.
- Cuatro gajos de mandarina (o porciones de fruta de tamaño similar).
- Cables para las conexiones, la cantidad puede variar pero se estima que con 10 serían suficientes. Será útil que los cables tengan una longitud de entre 10 y 20 cm, para poder realizar las conexiones cómodamente.
- Multímetro (si bien no es necesario para el armado del proyecto, resulta muy conveniente tener uno a mano para medir voltajes a lo largo del mismo).

3.3 Construcción: teclado frutal

Una vez abierto el teclado con el que se vaya a trabajar, se deben identificar las terminales correspondientes a la fila y columna que deben conectarse para presionar cada una de las teclas con las que se desea trabajar; en este caso, las flechas que coinciden con los números 4 (izquierda), 6 (derecha), 8 (arriba) y 2 (abajo) del teclado numérico. Para esto se sugiere separar ambas membranas y seguir con un marcador lo más fino posible el recorrido desde el círculo correspondiente a cada tecla hasta la conexión final de este, como se ve en la Figura 11.

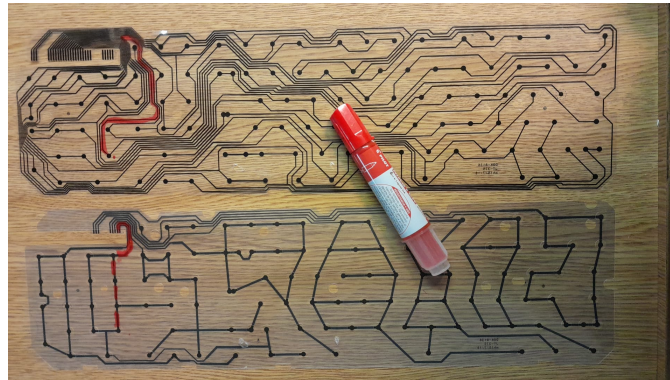


Figura 11: Ejemplo de líneas a conectar para presionar una tecla. En este caso, corresponde al 1 del teclado numérico.

⚠ Cuando se tienen identificadas las terminales que se debe unir para presionar cada una de las teclas, resultará útil corroborar que se hizo bien. Para esto se deben seguir los siguientes pasos:

- Conectar el USB que sale de la placa a la PC.
- Ingresar a <https://www.onlinemictest.com/es/prueba-de-teclado/>
- Usando un cable cualquiera, tocar con cada una de sus puntas una de las terminales identificadas para presionar una tecla. Este cable cumplirá la misma función que la tinta conductiva de las membranas.
- Si las terminales son las correctas, entonces la tecla que se quiera presionar aparecerá iluminada en el teclado que se ve en la pantalla.

Una vez identificadas y corroboradas las conexiones a realizar, se puede pasar a las frutas; como ya se explicó anteriormente, estas pueden oficiar de cables y así lo harán en el circuito Terminal 1 → Persona → Fruta → Terminal 2 que se ve en la Figura 12a. Este se cierra cuando la persona, que se encuentra en contacto con una de las terminales del teclado, toca la fruta que se encuentra en contacto con la otra. Se deberá realizar la conexión cuatro veces, resultando en cuatro frutas conectadas a las terminales de manera que al tocar cada una se cierre un circuito distinto resultando en la presión de las distintas teclas.

Para construir el circuito de la figura 12a el primer paso será soldar un cable saliendo de cada una de las terminales relevantes como se muestra en la figura 12b de manera que quede un extremo libre para conectarse a estas. Un detalle importante para tener en cuenta durante esta parte es que, a diferencia de los pines con los que se trabajó para modificar el mouse, las terminales del circuito del teclado pueden encontrarse recubiertas con distintos materiales conductivos, como resina de carbono o níquel, que no se adhieran bien con el estaño (metal que se suele usar para las soldaduras como las que se realizan en este proyecto), por lo que no será posible soldarles los cables directamente. La presencia de dichos materiales puede inferirse, o bien al tener problemas intentando realizar la soldadura con estaño, o bien por presentar un color más similar al negro en contraste con el tono metálico del estaño que se observa en el resto de los pines de la placa. En caso de que se existan estos recubrimientos, antes de comenzar a soldar es necesario removerlos usando por ejemplo

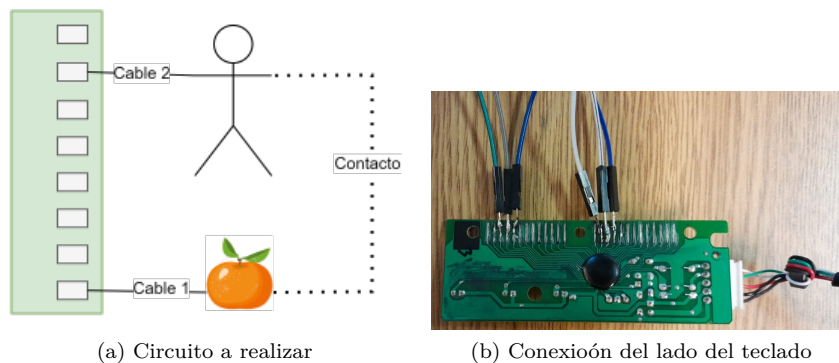


Figura 12: Conexiones a realizar para el teclado.

una trincheta para raspar los terminales; las terminales quedarán listas para ser soldadas una vez que se observe un color gris metálico.

Una vez que se tienen los cables soldados, se deben organizar sus extremos libres de manera que, para cada pareja fila/columna, una de estas quede en contacto con la fruta y otra con la persona. El Cuadro 1 muestra, a modo de ejemplo, la tabla construida para el teclado usado en las fotos. Es importante mencionar que los números son meramente ilustrativos, ya que las terminales no vienen numeradas; en este caso se optó por contar desde la izquierda, mirando los cables de la Figura 12b como método para organizarse.

En el Cuadro 1 se ve que algunas de las terminales están asociadas a más de una tecla; esto no es un problema y, de hecho, es de esperarse ya que las teclas se encuentran ubicadas cerca en el teclado y por lo tanto algunas comparten fila o columna. En este caso se eligió conectar a las mandarinas los extremos de los cables soldados a las columnas 2 y 3 y a las filas 3 y 5, mientras que los extremos de los cables soldados a la fila 4 y la columna 4 se dejaron sueltos para ser agarrados por la persona que se encuentre usando el teclado. Esto puede verse de manera más gráfica en la figura 13b.

Tecla	Terminal fila	Terminal columna
←	4	3
→	4	2
↑	3	4
↓	5	4

Cuadro 1

Finalmente, se pueden conectar una parte de los extremos libres de los cables a las frutas (en este caso gajos de mandarina), simplemente hundiéndolos en estas como se ve en la figura 13a. El resto de los cables soldados se sostendrán en la mano durante el funcionamiento del teclado frutal, de manera que al tocar las distintas frutas con la otra mano se vayan cerrando los circuitos correspondientes a cada tecla presionando estas últimas. En la Figura 13b se puede ver como, al presionar cada una de las mandarinas, se conecta un una una pareja fila/columna correspondiente a una de las flechas mostradas en el Cuadro 1, cerrando en cada caso un circuito como el de la figura 12a.

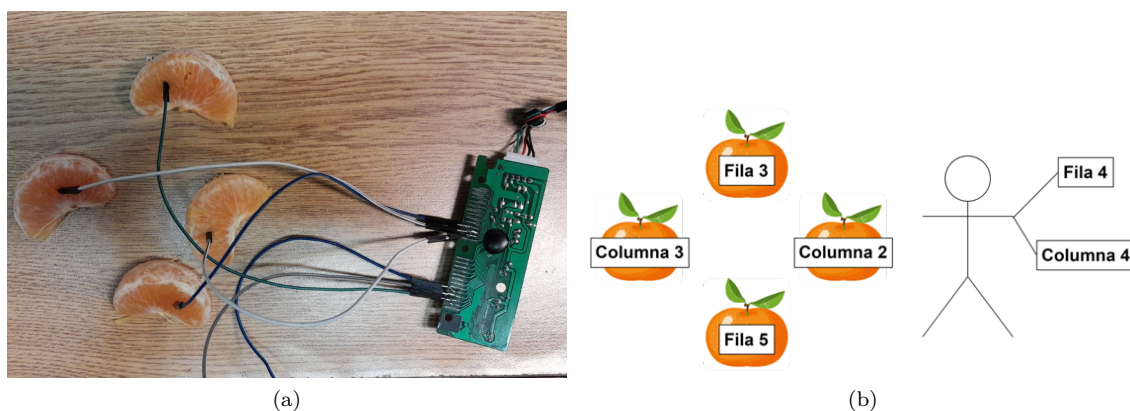


Figura 13: Ejemplo de conexión de la placa del teclado a gajos de mandarina, formando un teclado de frutas.

Si todos los pasos de este documento se siguieron correctamente, se debería tener todo listo para ingresar a cualquier aplicación que se maneje con las flechas del teclado y probarla con las frutas. Adicionalmente, si se está trabajando en una computadora con Windows se puede ir a Accesibilidad ->Mouse ->Teclas de Mouse en el menú de inicio y activar las teclas de mouse; esta función permite mover el cursor del mouse usando las flechas del teclado numérico o, en nuestro caso, las teclas del teclado frutal construido.

4 Respuestas a las preguntas

Pregunta 1

¿Entre qué puntos debería medirse continuidad, para verificar que las soldaduras están bien hechas? *Los puntos que se pretende conectar con las soldaduras, por medio de los cables agregados, son por un lado el pin cero de la microbit con el pin medio del switch correspondiente al click izquierdo, y por otro el pin uno de la microbit con el pin medio del switch correspondiente al click derecho. Por lo tanto, la continuidad debe medirse entre estos dos pares de puntos.*

Pregunta 2

¿Por qué se añaden la pausa y el 1 en el pin cero? ¿Qué ocurre si estos no se incluyen?
Enviar un cero al switch pero nunca volverlo a su estado original, resulta equivalente a dejar apretado el botón del mouse y no soltarlo por lo que no se completa la acción del click. Al probar el código a la placa solo con la escritura del cero, el mouse queda "bloqueado" y puede liberarse, por ejemplo si se está usando una laptop, realizando un click con los botones incluidos en esta . Por esto es necesario enviar el 1 luego del cero; la pausa entre ambos es de 10ms, que resulta un tiempo razonable para mantener el botón de click apretado.

Pregunta 3

Para este proyecto tanto la fruta como el cuerpo humano pueden oficiar de cables. Sin embargo, se mencionó que ambos oponen cierta resistencia al paso de la corriente. ¿Como se podrían determinar estas resistencias usando un multímetro? Luego de medirlas, ¿estos valores son considerados pequeños en general?

Para medir la resistencia por la que pasa la corriente al atravesar la fruta, se deben colocar las puntas del multímetro en los puntos donde irían los cables que la conectan al circuito. Para hacer lo mismo con el cuerpo humano, se debe tomar cada punta del multímetro con una mano. La resistencia de la persona debería dar en Megaohmios ($M\Omega$), es decir, millones de Ohmios, y la de la fruta en centenas de Kiloohmios ($k\Omega$), es decir centenas de miles de ohmios.

Ambas resistencias son consideradas grandes, y es por esto que se aclara que para la mayoría de las aplicaciones no deberían ser despreciadas. Esto puede verse, por ejemplo, midiendo la resistencia entre los extremos de un cable cualquiera y observando que el valor es mucho menor.

5 Extras

En esta sección se presentan explicaciones complementarias, así como ideas de modificaciones a los proyectos que pueden resultar de interés.

5.1 Uso del multímetro

El multímetro es una herramienta de medida que cuenta con distintos modos de funcionamiento, permitiendo medir varias magnitudes eléctricas como pueden ser voltaje, corriente o resistencia. En la figura 14 se muestra un multímetro digital (el más usado hoy en día) junto con sus cables.

Estos cables terminan en puntas y están identificados con colores negro (punta negativa) y rojo (punta positiva). Por lo tanto, al conectarlos se debe colocar la punta negativa a la entrada indicada como tierra (esta puede estar pintada de negro o tener la inscripción "COM"). La punta positiva se colocará de acuerdo a lo que se quiera medir; en nuestro caso serán voltajes por lo que se conecta a la entrada que tenga una V, pero si quisiéramos usar el multímetro para medir corrientes se debe buscar la entrada con una A (por Ampere, la unidad estándar de corriente).

La perilla giratoria central selecciona el modo en que se quiere medir. Para este proyecto se recomienda usar solo dos de las funciones disponibles: medida de voltaje en continua y medida de continuidad.

El voltaje en continua corresponde a la diferencia de voltaje entre dos puntos que tienen un valor de voltaje estático, que no varía en el tiempo a menos que se realicen cambios en el circuito. Para esto debe colocarse la perilla señalando al lugar que tenga una V, indicando voltaje, y líneas rectas, indicando que se refiere a valores continuos. A continuación se debe colocar cada punta del multímetro en uno de los extremos entre los cuales se quiere medir voltaje. El resultado de esta medida se mostrará en la pantalla.



Figura 15: Símbolo normalmente usado para indicar la función de medir continuidad.

La medida de continuidad refiere a verificar que dos puntos se encuentran conectados. Esto puede ser de utilidad cuando se realizan soldaduras, para chequear que las mismas estén bien realizadas. Para medir continuidad se debe colocar la perilla señalando al símbolo que se ve en la figura 15; este puede aparecer acompañado de otros, pero lo importante es que esté. A continuación se ponen las puntas en cada uno de los extremos entre los que se quiere verificar la conexión. Si estos están efectivamente conectados entre sí, dependiendo del multímetro usado, se indicará la continuidad con un pitido o se mostrará un valor muy cercano o igual a cero en pantalla. En este último caso el valor corresponde a la resistencia (en unidad Ohm, cuyo símbolo es Ω) medida entre las puntas del multímetro que, en caso de tener continuidad perfecta, debería ser cero.



Figura 14: Multímetro digital

5.2 Funcionamiento del switch del mouse (click)

El tipo de switch más usado para el click de mouses de computadora cuenta con tres terminales, identificadas por sus siglas en inglés como: *NC* (normalmente cerrada), *NO* (normalmente abierta) y *C* o *COM* (común), como se puede ver en la figura 16. Usualmente la terminal *NO* se encuentra en el medio. La idea de estos switches es que, moviendo *COM*, se pueda alternar entre dos estados: uno se da cuando *COM* está conectada a *NC* y otro cuando está conectada a *NO*.

Cuando no se está apretando el switch, las terminales *NC* y *COM* se encuentran físicamente unidas y por lo tanto estarán eléctricamente en contacto. Esto puede corroborarse midiendo continuidad con un multímetro (en la sección 5.1 se puede consultar como hacerlo). Por otro lado, como sugiere su nombre, el estado por defecto de la terminal *NO* es no conectado a la terminal *COM*. Al presionar el switch se mueve el extremo de *COM* que se encontraba tocando *NC*, separándose de esta y entrando en contacto con *NO* en cambio; por lo tanto, los estados se invierten.

En un mouse, la terminal *COM* se encuentra conectada a tierra y la terminal *NO* al circuito que envía la señal del click. Por lo tanto, al presionar el switch y establecerse el contacto entre estos dos se cierra el circuito y se envía el click.

Lo que se hace en este proyecto es conectarse directamente a la terminal *NO* y enviarle una señal a tierra (el cero en la salida de la microbit) cuando se quiera (por ejemplo, al presionar el botón A); de esta manera, el circuito se cierra y se envía el click sin necesidad de recurrir a las demás terminales del switch.

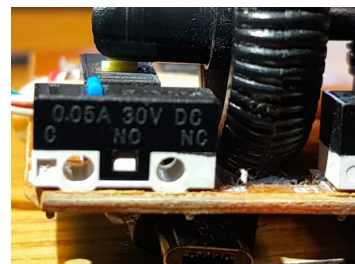


Figura 16: Switch usado para implementar el click del mouse.

5.3 Más sobre el teclado de membrana

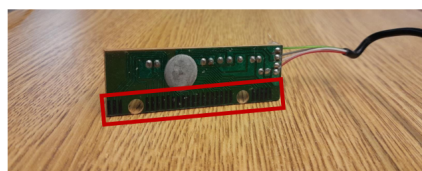


Figura 17: Circuito del teclado USB.

Si bien en la sección 1.2 se explica lo necesario para poder realizar los proyectos propuestos, puede resultar interesante conocer el funcionamiento del teclado en mayor detalle. Para entender esto se debe volver a observar, en la Figura 17, el circuito del teclado USB; además de las terminales que se encuentran resaltadas y de las que ya se habló, en la imagen se ve un círculo de material gris (también

puede ser negro, dependiendo del teclado). El objetivo de este material es proteger y aislar una de las componentes más importantes para el funcionamiento del teclado, y sobre la que se centrará esta explicación: el controlador de teclado. El mismo cumple la función de "cerebro" del teclado, como sugiere su nombre, controlando el funcionamiento de las demás componentes. En particular se encuentra constantemente enviando y/o recibiendo información desde o hacia las terminales, y es quien detecta si dos de estas se encuentran en contacto o no (es decir, si hay una tecla presionada). En este sentido, mirando la placa puede verse que del controlador

salen líneas marcadas en un distinto tono de verde hacia todas las terminales, indicando conexión entre estos.

Si bien sus roles pueden intercambiarse de un teclado a otro, normalmente el controlador usará las terminales asociadas a filas como entradas (es decir, leerá sus valores) y las asociadas a columnas como salidas (es decir, escribirá sus valores). Estos valores leídos o escritos por el controlador serán considerados como ceros o unos lógicos en la medida de que superen o no un umbral característico del controlador; por ejemplo, 3 voltios. La manera en que un controlador de teclado maneja las entradas y salidas correspondientes a las terminales es la siguiente:

- Las filas se encuentran conectadas, mediante una resistencia (cuyo valor normalmente estará en el orden de $k\Omega$), a VDD es decir el valor de voltaje más alto del circuito que en el caso del teclado será aproximadamente 5V. De esta manera el voltaje en las filas será un poco menos de 5V por lo que, en condiciones normales, será leído como un "1" lógico por el controlador.
- El controlador fijará el voltaje de las columnas en 5V.
- Cada cierto intervalo muy corto de tiempo (por ejemplo, 3 milisegundos) el controlador realizará un recorrido por todas las columnas. Durante este bajará el voltaje en cada columna, de a una por vez, a 0V durante un intervalo de tiempo aún más corto (por ejemplo, 0,03 milisegundos) y luego lo subirá de nuevo a 5V. En la Figura 18 puede verse el comportamiento de una de las columnas, a modo de ejemplo.
- Cada vez que se baja una columna, durante el pequeño intervalo que esta tiene un valor cero, se medirá rápidamente el voltaje en todas las filas. Si una fila presentara un valor menor al umbral el control lo leerá como un cero lógico.
- Si al bajar una columna y leer las filas encuentra un cero en una de ellas, concluye que la tecla asociada a esa fila y esa columna se encuentra presionada. Esto se debe a que, al presionar la tecla, las terminales asociadas a fila y columna entran en contacto; si esto pasa mientras columna tiene un voltaje de 0V, se cierra un circuito VDD - resistencia - terminal fila - terminal columna - tierra. Como consecuencia, al medir la fila se hallará un valor de voltaje menor al que esta tenga normalmente; en particular, se diseña para que tome un valor menor al umbral y por lo tanto sea leída como un cero lógico.

En resumen, el controlador detecta una presión en la tecla si, al bajar la columna correspondiente a esta, se observa también un cambio en el estado de la fila. Es importante resaltar que todo este proceso ocurre tan rápido que es muy difícil que el controlador "se pierda" una tecla presionada.

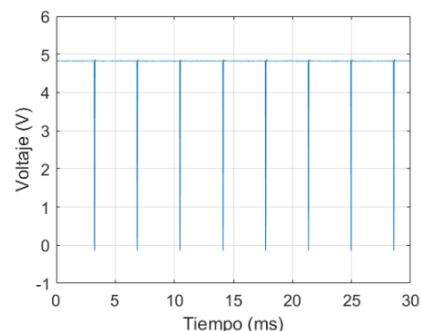


Figura 18: Comportamiento del voltaje en una terminal asociada a columna.