

Tarea 3

ILI245-Arquitectura de Computadores

INF245-Arquitectura y Organización de Computadores

Javier Cañas, Bruno Benkel, Francisco Tobar

2 de mayo de 2017

1. Objetivo

El alumno aplicará contenidos del capítulo 3, en especial los relacionados a circuitos secuenciales y su funcionamiento, aplicando los conceptos aprendidos en clases para ser capaz de interpretar y resolver problemas para luego implementarlos en hardware. La tarea consta de dos partes: Investigación, en la cual aprenderán sobre los componentes a utilizar en el laboratorio, y Desarrollo, donde resolverán un problema para aplicar los conocimientos aprendidos en clase. Se pide que para cada pregunta el alumno entregue **desarrollo** y **justificación** para cada respuesta, ya que la evaluación de ésta contempla ambos.

2. Tarea

2.1. Investigación

2.2. Desarrollo del circuito

Debido al reciente boom en la industria de las interfaces cerebro-máquina, Elon Musk le ha contratado directamente como ingeniero a cargo de la investigación para la empresa Neuralink. Actualmente se está construyendo un microelectrodo especial que medirá el potencial en una sola neurona específica, con el objetivo de describir el movimiento de potenciales eléctricos en el cerebro humano de una forma totalmente no invasiva (Neuralink no se hace cargo de cualquier daño causado durante la experimentación humana). A continuación se resume un poco la jerga para poder describir el problema:

- **Neurona:** Unidad básica del cerebro, la cual recibe potenciales eléctricos y los propaga a las otras a través de sus dendritas.
- **Umbral de Descanso:** Umbral de potencial eléctrico bajo el cual la neurona no se considera excitada.
- **Umbral de Estímulo:** Umbral de potencial eléctrico sobre el cual un potencial es considerado como un estímulo efectivo para la neurona.
- **Microelectrodo:** Aguja microscópica que se entierra en una neurona para medir sus potenciales eléctricos e informar a un sistema general si una señal supera el umbral de estímulo.

Su primer objetivo para comenzar la investigación en este campo es el definir el circuito que utilizará el microelectrodo para comunicarse con el sistema general presente fuera del cerebro, teniendo en cuenta que el output será 0 si no hay una señal significativa y 1 si la hay. Cabe destacar que si el sistema recibe un potencial demasiado fuerte, debe entregar al sistema dos veces un output de 1. A continuación se listan los estados posibles del microelectrodo:

- **Neurona en Descanso:** Cuando la neurona está en su potencial de descanso o recibe un potencial demasiado pequeño como para alcanzar el umbral de estímulo, el microelectrodo debe mantenerse vigilando la neurona esperando a que dispare un potencial más grande.

- **Neurona Excitada:** Si la neurona dispara un potencial que alcanza o supera ligeramente el umbral de estímulo, el microelectrodo debe avisar al sistema que esto ocurrió; y, a menos que el potencial aumente demasiado, debe volver al estado no excitado en el siguiente tick del reloj. En caso de que el potencial aumente muy por sobre el potencial de estímulo mientras la neurona está en este estado, el microelectrodo debe saltar a un estado de sobre-excitación; pero asegurando que se avise al sistema sólo dos veces. (**Hint:** ¿en qué estado se asegura un output 1 y luego se vuelve al estado inicial?)
- **Neurona Sobre-excitada:** Si la neurona dispara un potencial que supera considerablemente el umbral de estímulo, entonces el microelectrodo debe entrar en este estado para simbolizar esto. Aquí el componente debe avisar al sistema **dos veces**, para lo cual se ha inventado un estado artificial al cual **siempre** se saltará desde éste, **sin importar el potencial de la neurona**.
- **Estado Artificial:** Para asegurar que en caso de una sobre-excitación de la neurona se avise al sistema dos veces, se ha creado este estado artificial con salida 1. Sin importar el potencial actual de la neurona, desde este estado siempre se debe volver al estado inicial, pues cualquier estímulo es descartado como un remanente de la sobre-excitación.

Ahora, a continuación se listan los posibles inputs para el sistema y su codificación:

- **00:** No se aprecia ningún estímulo que supere el umbral de descanso.
- **01:** Se aprecia un estímulo, pero no supera el umbral de estímulo.
- **10:** Se aprecia un estímulo que sí supera el umbral de estímulo.
- **11:** Se aprecia un estímulo que sobre-excita a la neurona.

Debido a sus largos años de estudio en Arquitectura de Computadores, tiene una idea de cuál es el orden que debería seguir para construir el circuito, el cual es:

1. Construir una máquina de estados de Moore que describa el flujo entre estados del sistema.
2. Construir una tabla de verdad del sistema descrito, considerando los estados y los inputs posibles.
3. Resolver los mapas de Karnaugh asociados a la tabla de verdad.
4. Encontrar la expresión algebraica que representa la máquina de estados para cada estado y para el output del sistema.
5. Implementar el sistema secuencial en un circuito utilizando NANDs de dos entradas y flip-flops.
6. Implementar en el simulador de circuitos usado en la tarea anterior (Para esto use LEDs, interruptores, flip-flops y NANDs de dos entradas).

3. Sobre la entrega

- La tarea es **individual**.
- La entrega de la tarea debe ser en la plataforma Moodle en la sección Tarea 3, hasta antes de las 23:55 Hrs. del día Miércoles **10 de Mayo**.
- El archivo a entregar es un .tar.gz de la forma Apellido_rol.tar.gz, el cual deberá contener el .pdf de la tarea y lo exportado del simulador de circuitos. Se descontarán 10 puntos a quien no cumpla con el formato especificado.
- Por cada día de atraso se descontarán 10 puntos. A partir del tercer día de atraso, no se recibirán más tareas y la nota será automáticamente cero.
- Las notas se subirán a más tardar dos semanas después de la fecha de entrega, y las correcciones serán el día Jueves más cercano a la entrega de notas, durante el bloque 5-6 en el LabComp.