

FASE 4

FUNCIONES DE MEMORIA Y TECLADO SECUENCIAL DE LA CALCULADORA

OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE:

Tras completar esta práctica debemos ser capaces de:

- Comprender el funcionamiento de los circuitos secuenciales.
- Diseñar circuitos secuenciales simples basándonos en las especificaciones del problema.

REFERENCIAS:

- Bibliografía básica y complementaria.
- Transparencias Tema 4 "Circuitos secuenciales".

ELEMENTOS NECESARIOS:

- Circuito de apoyo "SubproyectoMemoria.circ" (suministrado)
- Biestables JK, D y T
- Registros de desplazamiento
- Codificadores y Multiplexores

PARTE PRIMERA: LA UNIDAD DE MEMORIA

Para esta parte trabajaremos sobre el subcircuito “Memoria” que se encuentra en el fichero suministrado en la práctica.

INTRODUCCIÓN

En este subcircuito ya se ha implementado un simulador de entrada de teclado de 3 dígitos BCD que se pueden modificar individualmente y que simulará una entrada por teclado del usuario a la calculadora. En todo momento se puede ver lo que se ha tecleado en el “Visor de Entrada”.

Por otro lado, existe un “Visor de Memoria” que correspondería a la pantalla de la calculadora y que estaría visualizando lo que se encuentra en memoria en cada momento. Inicialmente no existe memoria por lo que el visor se encuentra directamente conectado al teclado. Además, se dispone de un LED (M) que se usará para indicar si hay algo almacenado en la memoria (encendido) o no (apagado).

REALIZACIÓN PRÁCTICA:

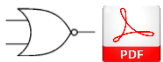
1. Queremos diseñar el circuito que, en la calculadora de nuestro proyecto, realice la función de “Introducción a la Memoria” (tecla “Min”) y “Borrado de Memoria” (tecla “MC”). Para implementarlo, seguiremos los siguientes pasos:

Utilizando biestables tipo D del simulador de 11 bits de la librería “Memoria”, realizaremos un registro de almacenamiento de los números de nuestro formato. Utilizando el pulsador “Min” haremos efectiva la carga de los datos en el registro. El visor de memoria debe conectarse a la salida del registro realizado para que muestre en todo momento su contenido. Además, el indicador LED (M) deberá encenderse indicando que existe un dato almacenado.

Debemos mostrar el esquema del circuito, probar su correcto funcionamiento en el simulador y explicar su funcionamiento de forma clara.

2. Al circuito anterior añadiremos el comportamiento de “Borrado de Memoria” proveniente del botón “MC”. Cuando se pulse este botón, borrará el contenido del registro y, además, se apagará el LED (M).

Debemos mostrar el esquema del circuito, probar su correcto funcionamiento en el simulador y explicar su funcionamiento de forma clara.



3. Utilizando como base un sumador de 11 bits de la librería “Aritmética” (que internamente es idéntico al diseñado en la fase 3) y el registro de 11 bits, se pide diseñar la funcionalidad de memoria aditiva de nuestra calculadora (botón “M+”). Se trata de que, cuando se pulse este botón, se memorice en dicho registro la **suma** entre el número memorizado y el número presente en el teclado.



Indica si se produce algún problema a la hora de almacenar o no el resultado y, en su caso, a qué puede ser debido y realiza los cambios necesarios para solventarlo.

Debemos mostrar el esquema del circuito, probar su correcto funcionamiento en el simulador y explicar su funcionamiento de forma clara.

4. Utilizando como base el circuito anterior y el registro de 11 bits, se pide diseñar la funcionalidad de memoria sustractiva de nuestra calculadora (botón “M-”). Se trata de que, cuando se pulse este botón, se memorice en dicho registro la **resta** entre el número memorizado y el número presente en el teclado. Para ello introduciremos en el sumador la inversión aritmética (cambio de signo) del número presente en el teclado. Para hacer el cambio de signo, usaremos de la librería aritmética un “negador” de 11 bits que internamente se corresponde con el que ya realizamos en la fase 3 (apartado 2.a).



Debemos mostrar el esquema del circuito, probar su correcto funcionamiento en el simulador y explicar su funcionamiento de forma clara.

Consejo para los ejercicios 3 y 4: Para conservar la funcionalidad de todos los botones en el circuito, se necesitaría un multiplexor que permitiera cargar el registro desde: teclado (Min) o la salida del sumador.

5. Por último, y para poder simplificar el diseño de la calculadora en siguientes etapas del proyecto, copia toda la circuitería realizada en esta primera parte y llévala al subcircuito “Módulo Memoria” donde se han sustituido los botones por variables y los visores por datos de entrada y de salida de 11 bits.



Lleva ahora este módulo al subcircuito “MemoriaConModulo” para usarlo junto a los botones. Muestra cómo ha quedado ahora el circuito con la utilización del módulo.

PARTE SEGUNDA: TECLADO SECUENCIAL

Para esta parte trabajaremos sobre el subcircuito “TecladoMod” que se encuentra en el fichero suministrado en la práctica.

INTRODUCCIÓN

En el subcircuito “TecladoSec” ya se ha implementado un simulador de entrada de teclado más realista correspondiente a una calculadora sencilla en el que se usa el módulo “TecladoMod” que debemos implementar. **TecladoSec no debe modificarse.** Además, se ha añadido el conexionado al módulo de memoria desarrollado en la parte primera. También disponemos de un “Visor de Calculadora” que correspondería a la pantalla de la calculadora y que estaría visualizando lo que se está introduciendo por el teclado en cada momento.

Funcionalidad: Para poder especificar un operando en una calculadora, la entrada debe ser secuencial, es decir, el usuario debe teclear un número empezando desde el dígito más significativo. A fin de simplificar nuestro circuito, permitiremos una entrada “sin fin”, es decir, que si introducimos más números de los que caben en el display, sólo se visualizarán los 3 últimos.

En esta parte de la práctica usaremos las teclas numéricas y los botones “+/-”, “C”, “+”, “-”, “=” y “MR”.

REALIZACIÓN PRÁCTICA: **ATENCIÓN TODOS los circuitos se realizarán en el subcircuito “TecladoMod”, el subcircuito TecladoSec NO debe modificarse:**

1- Realización de un teclado en secuencia ilimitada.

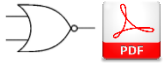
En este apartado construiremos un sistema para crear números de tres cifras a partir de la introducción en secuencia de cada una de ellas. Esta introducción es ilimitada, es decir, que tras la incorporación del último dígito se podrán siguiendo incorporar nuevos descartando los anteriores.



- Al igual que en la fase 3, con la ayuda de un codificador de la librería “plexores”, asigna el código BCD correspondiente a variable de tecla numérica.
- Usa un registro de desplazamiento “Shift Register” de 4 bits de datos para implementar la entrada en secuencia del teclado.
- Este registro se irá cargando secuencialmente con el valor del codificador realizado anteriormente y se deberá ir desplazando a cada pulsación de variable de tecla numérica.
- Asigna la salida paralela de este registro al conversor “BCDa11bits” suministrado para poder obtener el valor en binario correspondiente.
- Conectar la salida de este conversor a la salida “Teclado Data OUT”.

Debemos mostrar el esquema del circuito. Para comprobar el funcionamiento correcto del teclado puedes ir al subcircuito “TecladoSec” y probar con diferentes pulsaciones.

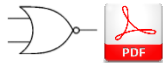
2. Realización de la funcionalidad del botón “+/-”.



- Cada vez que se pulse esta variable/botón, realizaremos la inversión aritmética de la salida actual del propio registro. Para hacer esta inversión, usaremos de la librería aritmética un “negador” de 11 bits que internamente se corresponde con el que realizamos en la fase 3 del proyecto, concretamente, en el apartado 2.a.

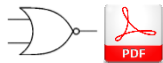
Debemos mostrar el esquema del circuito, probar su correcto funcionamiento en el subcircuito “TecladoSec” y explicar su funcionamiento de forma clara.

3. Dotaremos de funcionalidad a la variable/botón “C”, las entradas no numéricas (“+”, “-“ y “=”) para el borrado de entrada y asignaremos la salida “TeclaNum”:



- Conectaremos estos botones a la entrada de borrado del registro de desplazamiento
- La salida TeclaNum debe activarse cuando, o bien se pulse cualquier tecla numérica, o bien se pulse la tecla MR o la tecla “+/-“. Esta salida tendrá utilidad en la Fase 5.
- Comprobaremos el correcto funcionamiento en el subcircuito “TecladoSec”.

4. Dotaremos de funcionalidad al botón “MR” para visualizar el contenido de la memoria en vez del valor del teclado, para ello:



- Cuando se pulse la variable/botón “MR” utilizaremos el valor que nos proporciona la memoria en la variable “Data IN MEM” para sacarla directamente por “Teclado DATA OUT” en vez del valor almacenado en el registro de desplazamiento.