

Electrónica Digital

Problemas de Diseño Digital

Los siguientes ejercicios pretenden formar un banco de ejercicios para mejorar las técnicas de diseño digital. Se clasifican improvisadamente según el tipo de problema o solución. Se recomienda siempre el uso de una señal de **start**, que permita indicar el momento en el que el procesador debe iniciar el procesamiento.

Operaciones y Cálculos aritméticos.

1. Diseñar un Procesador de propósito específico (PPE) que permita calcular el producto de dos datos (**p** y **q**) de 8 bits cada uno, empleando únicamente un sumador. Se propone una estrategia de solución donde la salida es el resultado de sumar **p** veces **q**.
2. Mejorar el multiplicador del punto anterior empleando una estrategia de desplazamiento y suma.
3. Diseñar un PPE que calcule $f=p^q$, empleando únicamente un multiplicador, donde **p** y **q** son señales de 8 bits dadas por el usuario.
4. Diseñar un PPE que calcule $f=p^q$, empleando únicamente un sumador, donde **p** y **q** son señales de 8 bits dadas por el usuario.
5. Diseñar un PPE que calcule el cociente y el residuo de la división de dos números **p**(dividendo) y **q**(divisor) dados por el usuario. Para ello se propone la estrategia de restas sucesivas.

Definición: Estrategia de restas sucesivas: El objetivo es restar el divisor al dividendo hasta que éste sea menor que el divisor. Ejemplo:

- Si $p=20$ y $q=3$, entonces se restará 3 al número 20 en cada iteración así:
 1. $20-3=17$
 2. $17-3=14$
 3. $14-3=11$
 4. $11-3=8$
 5. $8-3=5$
 6. $5-3=2$
- En la iteración 6 el dividendo ha sido reducido a 2, por lo que **residuo=2** y **cociente=6**.

6. Mejorar el divisor del punto anterior empleando mejores estrategias. Una estrategia intuitiva incluye restas y desplazamientos.

Definición: Estrategia mejorada de división: El objetivo es restar el divisor al dividendo hasta que éste sea menor que el divisor. Ejemplo:

- Si $p=20=(10100)_2$ y $q=3=(11)_2$, entonces se restará 3 al número 20 en cada iteración así: **arreglar después**
 1. $20(10100)-12(1100)=8(1000)$
 2. $8(1000) - 6(110) =2(10)$
- En la iteración 6 el dividendo ha sido reducido a 2, por lo que **residuo=2** y **cociente=6**.

7. Diseñe un PPE que determine si un entero **a**, divide de forma exacta a un entero **b**.
8. Diseñar un PPE que determine si un entero Cargando... de 8 bits dado por el usuario es primo.

Definición: Números primos.

9. Diseñar un PPE que determine si dos enteros **p** y **q**, dados por el usuario, son coprimos.

Definición: Primos relativos (coprimos):

Electrónica Digital

Problemas de Diseño Digital

10. Diseñar un PPE que calcule el máximo común divisor entre dos números p y q , dados por el usuario.

Definición: Máximo común divisor (MCD) Algoritmo de Euclides:

11. Diseñar un PPE que calcule el mínimo común múltiplo entre dos números p y q , dados por el usuario.

Definición: Mínimo común múltiplo (MCM):

12. Diseñar un PPE que calcule la función ϕ de Euler de un entero x dado por usuario.

Definición: Función de Euler:

13. Diseñar un PPE que determine dos primos p y q que sumados den como resultado un número x dado por el usuario.

14. Diseñar un PPE que verifique la conjetura de Goldbach para los números menores que un número x dado por el usuario.

Definición: Conjetura de Goldbach:

15. Diseñar un PPE que determine si un número x , dado por el usuario, es perfecto.

Definición: Números Perfectos:

16. Diseñar un PPE que determine si dos números p y q , dados por el usuario, son amigos.

Definición: Números amigos:

17.

Definición: Números vecinos:

18. Exponenciación modular

Definición: Exponenciación modular:

19. Diseñar un PPE que reciba un entero Cargando... del usuario y determine dos enteros Cargando... tal que cumplan que: Cargando....

Sucesiones y Expresiones recursivas.

- Diseñar un PPE que al recibir la señal **start** realiza una secuencia 3, 4, 5, 6, 7, 8, 3. Mientras el sistema no recibe la señal **start**, la salida debe permanecer en 3.
- Diseñar un PPE que despliegue en la salida los términos de la sucesión de Fibonacci.

Definición: Sucesión de Fibonacci:

- Expresión recursiva: Cargando...
- Condiciones iniciales: Cargando..., Cargando...

- Diseñar un PPE que reciba un entero n de 8 bits y calcule el término Cargando... de la sucesión de Fibonacci.
- Diseñar un PPE que reciba un entero n de 8 bits y calcule la suma de los primeros n términos de la sucesión de Fibonacci.

Electrónica Digital

Problemas de Diseño Digital

5. Diseñar un PPE que determine si un número n , dado por el usuario, es un número de Fibonacci.
6. Diseñar un PPE que determine si un número C_0 , dado por el usuario, cumple la conjetura de Collatz.

Definición: Conjetura de Collatz: Dada la sucesión recursiva

$$C_n = \begin{cases} C_{n-1}/2 & \text{Si } C_{n-1} \text{ es par} \\ 3C_{n-1} + 1 & \text{Si } C_{n-1} \text{ es impar} \end{cases}$$

Para cualquier valor inicial $C_0 > 0$ de la sucesión, existe un $k > 0$ tal que $C_k = 1$.

7. Diseñar un PPE que reciba un entero positivo n y determine el número de términos de la sucesión de Collatz antes de que esta alcance el valor 1.
8. Diseñar un PPE que reciba un entero positivo n y determine el valor máximo de la sucesión de Collatz.

Aplicaciones específicas

1. Diseñar un circuito que encienda y apague un led manteniendo 1 segundo el led encendido y 1 segundo el led apagado.
2. Diseñar un contador BCD de dos dígitos que se incremente cada segundo, teniendo como base un reloj de 50MHz.
3. Diseñar un reloj (Horas y Minutos).
4. Añadir al reloj un método para ajustar la hora actual.
5. Añadir al reloj un método para visualizar segundos y centésimas de segundos.
6. Añadir al reloj una alarma a una hora fija.
7. Añadir al reloj un método para ajustar la alarma.
8. Diseñar un temporizador regresivo de 60 segundos.
9. Añadir al temporizador un mecanismo para ajustar el tiempo restante.
10. Añadir al temporizador un botón de pausa.
11. Semáforo.
12. Direccionales de auto/moto/bicicleta.
13. Luces del Ford.
14. Ascensor.
15. Lavadora.
16. Cerradura electrónica.
17. Manejo de motores de paso.
18. Manejo de un encoder.
19. Protocolo SPI.
20. Protocolo I2C.
21. Protocolo PS2.
22. UART.
23. Manejo del Display 7 segmentos.
24. Manejo de una pantalla LCD 14x2 caracteres.
25. Control PID.
26. Filtros digitales FIR.
27. Filtros digitales IIR.

Electrónica Digital

Problemas de Diseño Digital

- 28. Generador de onda cuadrada de frecuencia variable.
- 29. Generador de onda seno.
- 30. Generador de señales.
- 31. Piano de onda cuadrada.
- 32. Piano de onda senoidal.
- 33. Piano sintetizador (Múltiples senoidales).
- 34. Conversión de binario a BCD.