

Paradigma de Programación Orientada a Objetos Aplicada al Diseño Estructurado de Amplificadores

Roberto Castañeda Sheissa
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
Departamento de Electrónica, Grupo de CAD
P.O. Box 51, 72000, Puebla, Pue., México
Email: rsheissa@inaoep.mx

RESUMEN

Este trabajo tiene como finalidad el mostrar que es posible aplicar el concepto de programación orientada a objetos (**POO**) utilizada por los desarrolladores de software en el área de diseño electrónico. La técnica de diseño electrónico conocida como *diseño estructurado* posee características que lo pueden definir como un proceso orientado a objetos.

I. INTRODUCCIÓN

La programación orientada a objetos (POO) puede definirse de la siguiente forma [1]:

“Programación orientada a objetos es un método de implementación en el cual los programas están organizados en colecciones de objetos cooperativos, en el cual cada uno representa una instancia de alguna clase, y cuyas clases son todas miembros de una jerarquía de clases unidas vía las relaciones de herencia.”

Hay tres partes importantes que hacer notar de la anterior definición: la programación orientada a objetos (1) utiliza *objetos*, no algoritmos, como los bloques básicos fundamentales; (2) cada objeto es una *instancia* de alguna *clase*; y (3) las clases se relacionan cada una vía las relaciones de *herencia*.

Por otro lado el diseño orientado a objetos (DOO) se define [1]:

“El diseño orientado a objetos es un método de diseño que abarca el proceso de descomposición orientado a objetos y una anotación para describir modelos tanto lógicos y físicos, como también modelos estáticos y dinámicos del sistema a diseñar”. (Ver Figura 1).

Con respecto a la anterior definición, es importante hacer notar lo siguiente: el diseño o-

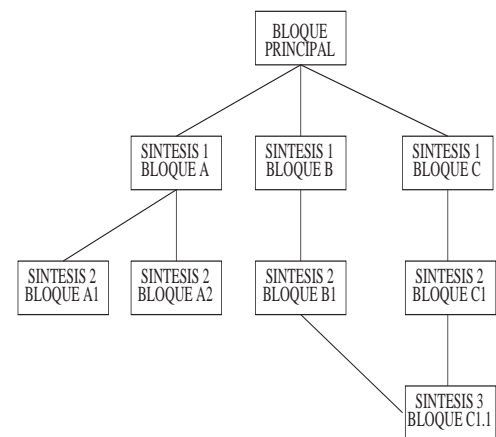


Fig. 1. Diseño Orientado a Objetos.

rientado a objetos (1) guía a una descomposición orientada a objetos y (2) utiliza diferentes notaciones para expresar diferentes modelos del diseño lógico (arquitectura de clases y objetos) y del diseño físico (arquitectura de módulo y procesos) de un sistema.

El diseño orientado a objetos hace uso de clases y abstracciones de objetos para sistemas de estructura lógica; el diseño estructurado utiliza abstracciones algorítmicas. El *modelo de objetos* está conformado por cuatro elementos básicos que permiten definir las bases sobre las cuales descansan los fundamentos de la POO, estos son [2],[1]:

- Abstracción - Es la capacidad para examinar “algo” sin preocuparse de sus detalles internos. En un programa estructurado, es suficiente conocer la tarea específica que hace un procedimiento dado, y no es tan importante *cómo* se realiza esa tarea.
- Encapsulado - También conocido como

ocultación de la información, previene a otros objetos ver su interior, donde el comportamiento de la abstracción se ha realizado. Una definición más específica es [1]: “encapsulado es el proceso de esconder todos los detalles de un objeto que no contribuye a sus características esenciales”.

- Modularidad - Aunque particionar un programa para reducir su complejidad es útil, una mejor justificación para particionar un programa es que permite crear un cierto número de límites bien definidos y documentados dentro del programa. *Modularidad* se define como “la propiedad de un sistema que ha sido dividido en un conjunto de módulos cohesivos y libremente conectados”.

- Jerarquía - La abstracción es útil pero es posible encontrar una gran cantidad de abstracciones distintas, tantas que no sea posible comprenderlas a la vez. Encapsulado también ayuda proporcionando una forma de agrupar abstracciones lógicamente relacionadas. Sin embargo todavía no es suficiente. Un conjunto de abstracciones forman una jerarquía, la identificación de estas jerarquías en el diseño ayudan en gran manera para poder entender el problema. *Jerarquía* se define como “un arreglo u ordenamiento de abstracciones”.

Para el caso del diseño estructurado de circuitos electrónicos el proceso consiste, someramente, en dividir el problema en pequeños problemas que puedan ser atacados individualmente. Una vez que los problemas individuales se han resuelto, se vuelven a integrar dando como resultado al final una solución efectiva al problema en particular.

En las siguientes secciones se mostrará que el diseño estructurado de circuitos electrónicos cumple con las bases de la POO. Esta forma de diseño permite reducir el tiempo para crear nuevas opciones de circuitos electrónicos.

II. DISEÑO ESTRUCTURADO

El diseño de circuitos electrónicos consiste de una búsqueda a través de un gran cantidad de combinaciones de componentes con diferentes tipos de propiedades. Sería una gran inversión de tiempo encontrar un circuito apto realizando búsquedas y pruebas extensivas con cada posible combinación de componentes disponibles. Es necesario establecer una estrategia a fin de encontrar una solución lo más rápido posible. La estrategia utilizada “normalmente” es utilizar un circuito y por medio de cambios en los

parámetros se encuentra una solución al problema que se plantea con nuevas especificaciones [3]. La manera en que se comporte el circuito bajo ciertas circunstancias harán que el diseño encontrado sea implementado o desechado; en caso de que el diseño no sea útil, el proceso vuelve a comenzar.

Aunque el utilizar la estrategia “normal” tarde o temprano generará resultados útiles, existen graves desventajas al utilizar esta estrategia:

- Esta estrategia nunca garantiza que se encuentra la solución *óptima* al problema y no proporciona información para saber que tan cerca se encuentra.

- La relación entre parámetros de componentes y el desempeño del circuito nunca se hace completamente explícito. De manera incidental el desempeño del circuito puede hacerse sensible a un parámetro irrelevante debido al hecho de que el circuito no es útil para la aplicación.

- Es muy complicado determinar lo que se debe cambiar a un circuito cuando, por ejemplo, las especificaciones cambian.

Para crear el orden del caos que es el diseño de amplificadores, se separa el diseño en problemas más pequeños, ortogonales en la medida de lo posible, lo cual permite clarificar el problema y facilita la manera de atacarlo. El método de *diseño electrónico estructurado* [3], [4] permite encontrar **UNA** solución al problema de diseño rápidamente (Figura 2). Sin embargo este es un método que se basa en una cierta cantidad de suposiciones y en una cantidad limitada de reglas. Por lo tanto la aplicación práctica del diseño electrónico estructurado nunca deberá dar pie a un rechazo dogmático de los resultados obtenidos por los diseños utilizados con la estrategia “normal” (o resultados obtenidos por medio de otra estrategia) ya que esto provocaría un retraso en la evolución de la teoría de diseño.

El diseño estructurado de amplificadores se enfoca en tres aspectos fundamentales para realizar la descripción del comportamiento del circuito:

- Ruido.
- Distorsión.
- Ancho de Banda.

A fin de poder acelerar el proceso de diseño varias suposiciones deben de hacerse, como se dijo anteriormente. Estas se harán de acuerdo a las especificaciones básicas que deben proporcionarse, en el comportamiento del circuito de

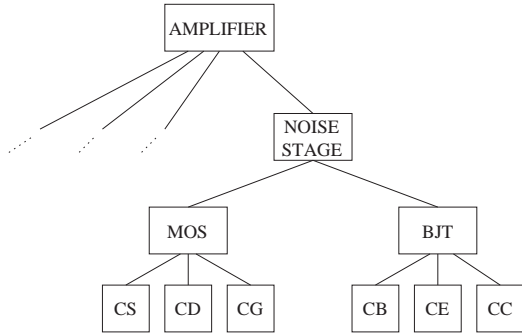


Fig. 2. Ejemplo de Diseño Estructurado de Circuitos.

acuerdo a los resultados obtenidos con modelos simples y a las decisiones que atañen a cada etapa del diseño en particular. Este tipo de diseño se basa en tres elementos básicos:

- Ortogonalidad - Los circuitos serán ordenados de tal forma que el comportamiento de los tres aspectos fundamentales pueden ser diseñados ortogonalmente, es decir, el comportamiento de una etapa no tendrá influencia en las otras dos.
- Simplicidad - Modelos simples se definen para obtener predicciones rápidas de la factibilidad del diseño. Soluciones no viables podrán ser detectadas en las primeras etapas del diseño. Una planificación especial se deberá hacer para permitir que los resultados “estimados” sean lo mas “cercanos” posibles a los valores reales.
- Jerarquía - La jerarquía en el diseño permite reducir la complejidad del problema del diseño porque permite su división eficiente en problemas de diseño más pequeños e independientes. La planificación en este punto debe de ser arreglada de tal forma que las decisiones tomadas en un cierto nivel jerárquico se mantengan válidas el resto del diseño.

III. RELACIÓN CON POO

Simplemente por el hecho de que la técnica de diseño electrónico contenga la frase “estructurado” no implica que cumpla con los principios básicos del diseño orientado a objetos; en esta sección se demuestra que no solo cumple la idea fundamental del DOO sino que también se puede ampliar para poder trasladarse al POO y de esta manera poder crear una herramienta automatizada de diseño.

El diseño estructurado de circuitos electrónicos cumple con el principio de diseño orientado a objetos ya que es un proceso que descompone un problema (bloque) en un cierto

número de problemas más pequeños (bloques), los cuales a su vez pueden ser subdivididos y así sucesivamente hasta aislar un problema específico. Con esto se demuestra que cumple con la definición de DOO.

Una vez encontrada la relación con DOO, la atención se centrará en llegar a demostrar que es posible llevar la idea del diseño estructurado hasta el concepto de POO. Un buen punto de partida es que ambas técnicas utilizan la idea de jerarquía en los diseños, esto simplifica la factibilidad de proponer modelos jerárquicos que puedan ser convertidos en modelos útiles para POO. La complejidad de los modelos no deberá de cambiar, es decir, primero se utilizan modelos simples para pruebas preliminares y si estas pruebas resultan exitosas modelos complejos serán sustituidos.

Para el concepto de abstracción el diseño estructurado no tiene un concepto similar, sin embargo tiene un elemento que puede ser utilizado como un tipo de abstracción. El nullor, elemento ideal sobre el cual parte la solución del problema de diseño puede ser considerado como el elemento de abstracción. Este se tomaría como **abstracción de entidad** [1], se refiere a que un objeto representa un modelo útil dentro del dominio del problema. En el caso de la POO su enfoque en este punto también es utilizar la abstracción de entidad.

La modularidad de la POO tiene su contrapartida en diseño estructurado en la ortogonalidad. El diseño se divide en tres partes para realizar la síntesis del nullor (ruido, ancho de banda y distorsión). Una vez realizada la división es posible subdividir cada una de las partes. Una vez que los pequeños problemas han sido resueltos se procede otra vez a “aglutinar” de nueva cuenta las partes hasta completar el bloque principal (el nullor sintetizado). Con esto se cumple la definición de modularidad en POO. (Figura 3).

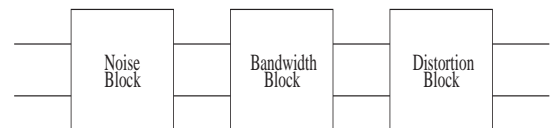


Fig. 3. División en módulos para sintetizar.

El encapsulado para el diseño estructurado es un concepto no muy aplicable en el sentido estricto del concepto. Una alternativa puede ser nuevamente el nullor y las diferentes etapas de su síntesis. El nullor es un elemento ideal

que no existe por lo que es necesario implementarlo utilizando dispositivos “reales”. Al sintetizar la primera etapa (ruido) en la jerarquía más alta se sigue viendo el nullor dentro del circuito de amplificación, al agregar el segundo bloque sintetizado (distorsión) se sigue viendo como un solo bloque. Dentro de este nullor se encuentran los dispositivos activos (BJT's, MOSFET's) pero a una jerarquía más baja. De esta manera es posible “esconder” todos los detalles de los objetos que forman parte de la implementación. (Figura 4).

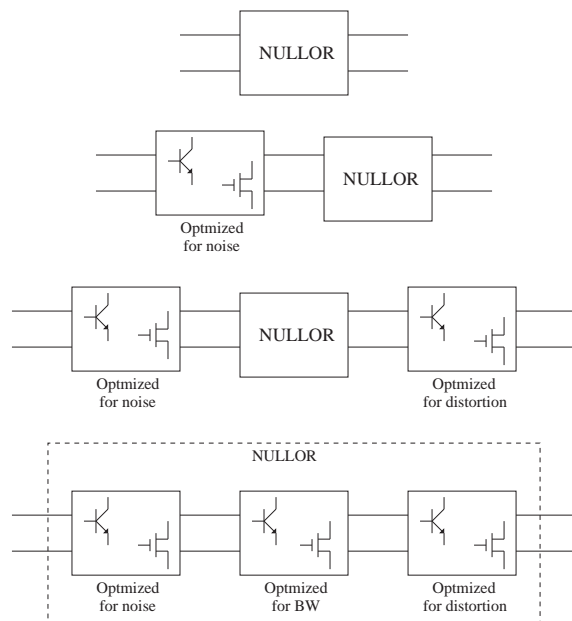


Fig. 4. Encapsulado aplicado a la síntesis del nullor. Fase a fase de diseño.

IV. CONCLUSIONES

Es posible establecer una relación entre el diseño estructurado de circuitos electrónicos y la programación orientada a objetos. Los conceptos pueden “adaptarse” a fin de cumplir con los parámetros básicos de la POO.

Una aplicación práctica de los conceptos explicados en este trabajo sería el realizar el proceso de diseño aplicando la teoría del diseño estructurado y documentando cada paso. Al encontrar la solución a un problema de forma satisfactoria lo procedente es generalizar el proceso, es decir, a partir de varias condiciones iniciales encontrar en forma exitosa un diseño para cada una de ellas. Establecido el proceso y demostrado su factibilidad en la práctica, este proceso puede ser convertido a un programa orientado a objetos.

Para poder convertir el proceso de diseño en un programa se realizan las analogías mostradas en este documento y posteriormente se realiza la codificación en algún lenguaje de programación como Pascal, C++, Common Lisp Object System (CLOS), Ada, Ruby o JAVA. Lo más difícil del proceso es poder identificar donde aplicar los conceptos de encapsulado y modularidad sin romper con los conceptos básicos tanto del diseño estructurado como el de la POO.

V. AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al CONACYT el apoyo otorgado através de la beca de estudios de Doctorado número 118652/120341, la cual sin ella no hubiera sido posible realizar esta labor de investigación tan importante. También deseo agradecer el apoyo de los Doctores Arturo Sarmiento Reyes y Luis Hernández Martínez por la dirección y atención prestada para la realización del presente trabajo.

VI. REFERENCIAS

- [1] G. Booch, *Object Oriented Design With Applications*, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1991.
- [2] L. Joyanes-Aguilar, *Borland C++*, McGraw-Hill, 1993.
- [3] C.J.M. Verhoeven, A. van Staveren, G.L.E. Monna, and M.H.L. Kouwenhoven, *Strutured Electronic Design, Negative-feedback Amplifiers*, Delftse Uitgevers Maatschappij, 2001.
- [4] E.H. Nordholt, *Design of High Performance Negative-feedback amplifiers*, Elsevier Scientific, 1983.