

TOROIDE

1. INTRODUCCIÓN.

En electrónica de potencia es frecuente utilizar inductores de ferrita de poca inductancia pero de elevada corriente para implementar filtros de entrada (de modo diferencial y/o modo común) imprescindibles como etapa de entrada en fuentes conmutadas o como filtros de salida o desacoplamiento de fuentes múltiples en convertidores flyback. Un toroide tiene un campo magnético en el interior de sí mismo que forma una serie de círculos concéntricos. Fuera del eje, el campo es nulo, la fuerza de ese campo magnético depende del número de espiras que el toroide tiene en su (cuerpo), el campo no es uniforme: es más fuerte cerca de la parte inferior del anillo y más débil cerca de la parte exterior, esto significa que si r es el radio del transformador, el campo magnético disminuye a medida que r se hace más grande. Un toroide es un solenoide de N vueltas doblado circularmente y de tal manera que unan sus extremos.



Fig. 1. Transformador toroidal.

2. ANTECEDENTES.

Los transformadores se hacen con un par de solenoides envueltos alrededor de un núcleo de metal, que es por lo general de una (ferrita). Los transformadores toroidales son dos bobinas envueltas alrededor de un metal de ferrita o acero de silicio, en forma de anillo. Las bobinas están bien envueltas en diferentes áreas o colocadas una sobre otra. Son preferentemente usados para RF o transformadores de frecuencia de radio, donde se utilizan para aumentar o disminuir las tensiones de las fuentes de energía, y para aislar las diferentes partes de un circuito. Los transformadores de RF se utilizan también para la adaptación de impedancia, lo que significa que ayudan a conectar partes de entrada y salida de los diferentes circuitos.

Cuando la curva cerrada es una circunferencia, la superficie se denomina toro. En lenguaje cotidiano se denomina anillo al cuerpo cuya superficie exterior es un toro, lo que ilustra la diferencia entre una superficie y el volumen encerrado por ella. La línea de campo magnético del solenoide son segmentos rectos que se transforman en circunferencias concéntricas en el solenoide. El campo magnético es tangente en cada punto en dichas circunferencias. El sentido de dicho campo viene determinado por la regla de la mano derecha. Elegimos como camino cerrado una circunferencia de radio r , cuyo centro está en el eje del toroide y situada en su plano meridiano.

- El campo magnético B es tangente a la circunferencia de radio r.
- El campo magnético B tiene el mismo módulo en todos los puntos de dicha circunferencia.

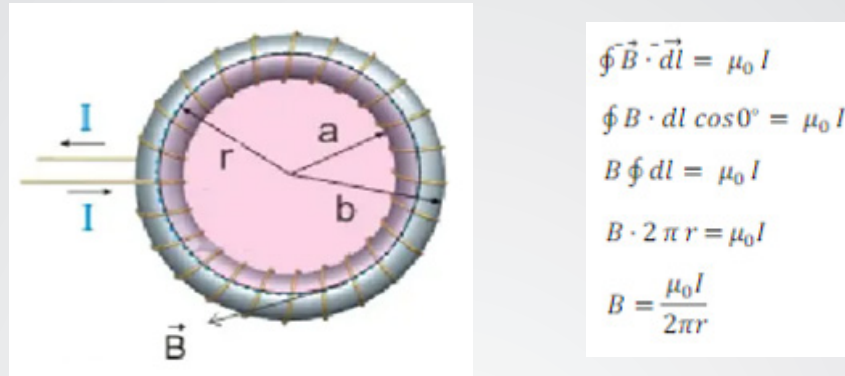


Fig. 2. La circulación (el primer miembro de la ley de Ampere)

3. DESARROLLO.

Calculamos el campo dentro y fuera del toroide evaluando la ley de Ampere sobre un circuito de radio r, para los siguientes casos aplicamos la ley de ampere.

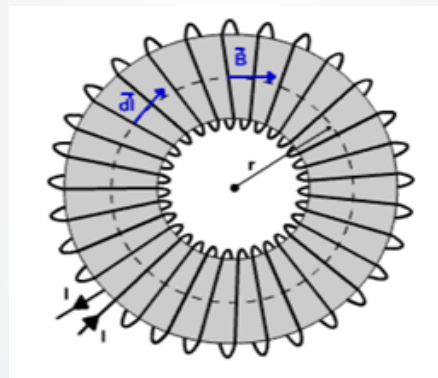


Fig. 3. Diagrama de conexión de un BMS en baterías de litio.

Como vemos en la figura, la intensidad que atraviesa la circunferencia de radio(r) en color azul, es cero. Aplicamos la ley de Ampere.

$$B2\pi r = \mu_0$$

$$0B = 0$$

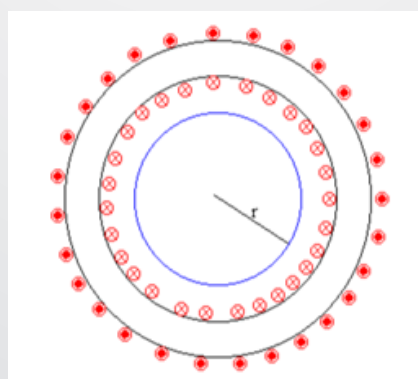


Fig. 4. Fuera del toroide(r < R).

Cada espira del toroide atraviesa una vez el camino cerrado (La circunferencia de color azul de la figura 5). La intensidad será NI , siendo N el número de espiras, la intensidad que circula por cada espira. $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 NI$, donde N es el número total de espiras, cada una de las cuales conduce una corriente

$$B2\pi r = \mu_0 NI \quad B = (\mu_0 NI) / 2\pi r$$

Que nos dice que la magnitud de B no es constante, y que depende del radio r .

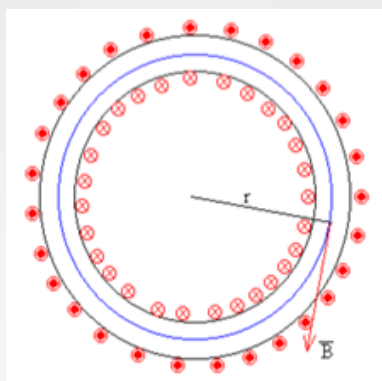


Fig. 5. Dentro del toroide.

Cada espira del toroide atraviesa de veces el camino cerrado (circunferencia de color azul de la figura 6) transportando intensidades de sentidos opuestos. La intensidad neta es $NI - NI = 0$ y $\mathbf{B} = 0$ en todos los puntos del camino cerrado. El campo magnético está completamente confinado en el interior del toroide.

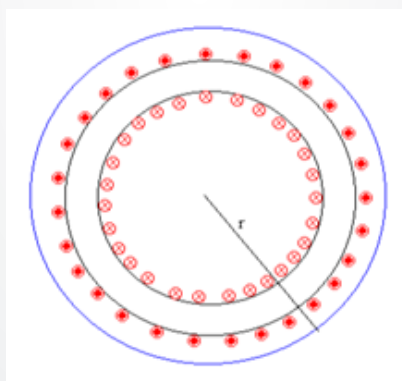


Fig. 5. Dentro del toroide.

4. CONCLUSIÓN.

- Los toroides tienen algunas desventajas más que los solenoides regulares. Son más difíciles de bobinar y también de sintonizar. Sin embargo, son más eficientes en la producción de inductancias necesarias. Para la misma inductancia que un solenoide regular, un toroide requiere menos vueltas y pueden hacerse más pequeño en tamaño.
- Es importante mencionar que existen varios tipos de solenoides, por lo que es lógico que su instalación y conexión también varíen, ya se trate de un solenoide u otro, y se le den usos diferentes, todos ellos operan bajo el mismo principio explicado con anterioridad.
- Es un dispositivo magnético que convierte la energía eléctrica en movimiento mecánico lineal o rotatorio.
- Dado que el campo magnético en el toroide está confinado en el interior, los toroides y transformadores toroidales se puede colocar de otros componentes electrónicos sin preocupación acerca de las interacciones inductivas no deseadas. Una opción para el movimiento lineal o rotatorio.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ¿Qué es una bobina toroidal? (2018). Recuperado de: <https://okdiario.com/curiosidades/que-bobina-toroidal-2447928>
- El solenoide y el toroide (s.f). Recuperado de: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/magnetico/cMagnetico.html>
- Inductancia Aproximada de un Toroide (s.f). Recuperado de: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/magnetic/indtor.html>
- Inductores toroidales: ¿Cuál es el material más indicado para cada aplicación? (s.f). Recuperado de: <https://www.magmattec.com.br/es/materiais-magneticos-e-aplicacoes-es/inductores-toroidales-cual-es-el-material-mas-indicado-para-cada-aplicacion>

Autor: Jeiner Flores Córdova, Analista de Pruebas de Interperismo y Mantenimiento

Edición: Lic. Francie Salazar Mandamiento, Responsable de Marketing e Imagen Corporativa