



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA
EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**ESTUDIO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS
PRODUCIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LOS
SERES HUMANOS**

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniería Eléctrica en Sistemas
Eléctricos de Potencia

Autores:

Gualotuña Paltan Jeferson Alexander

Salinas Villacis Edison Mauricio

Tutor:

Ing. MsC. Lema Guamán Edwin Marcelo

Latacunga – Ecuador

2019



DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

“Nosotros, Gualotuña Paltan Jeferson Alexander y Salinas Villacis Edison Mauricio, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“ESTUDIO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS PRODUCIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LOS SERES HUMANOS”**, siendo el Ing. MSc. Edwin Marcelo Lema Guamán tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados en el presente trabajo de investigación, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Gualotuña Paltan Jeferson Alexander

C.I. 172261975-4

Salinas Villacis Edison Mauricio

C.I. 180457541-1



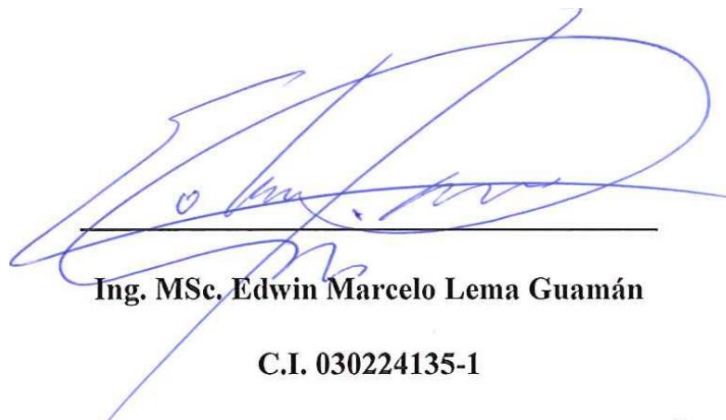
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ESTUDIO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS PRODUCIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LOS SERES HUMANOS”, de los postulantes **Gualotuña Paltan Jeferson Alexander** y **Salinas Villacis Edison Mauricio**, de la carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 18 de Julio 2019

Tutor



Ing. MSc. Edwin Marcelo Lema Guamán
C.I. 030224135-1
TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los autores: **Gualotuña Paltan Jefferson Alexander** y **Salinas Villacis Edison Mauricio**, con el título de Proyecto de titulación: “**ESTUDIO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS PRODUCIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LOS SERES HUMANOS**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto de Investigación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 19 de Julio del 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. MSc. Jimmy Toaza

C.I. 171762106-2

Lector 2

Ing. MSc, Rommel Suárez

C.I. 180416535-3

Lector 3

Ing. MSc. Carlos Pacheco

C.I. 050307290-2

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme salud, vida y la fortaleza necesaria para culminar con este maravilloso objetivo de mi vida. A mis padres y hermanos por brindarme su apoyo tanto emocional como económico.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas para poder obtener mi título profesional.

Un agradecimiento muy especial para el Ing. MSc. Edwin Marcelo Lema Guamán con cuya experiencia, conocimiento y guía fundamental fue de mucha importancia para la culminación de este tema de investigación.

A mis docentes que en el transcurso de mi carrera han inculcado valiosos conocimientos que a lo largo de mi vida profesional serán mi guía para desempeñarme como un buen profesional.

Jeferson Gualotuña

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le agradezco a Dios, por tenerme con salud, ser mi fortaleza y darme la sabiduría necesaria para culminar con esta meta planteada en mi vida.

Un agradecimiento muy especial para mis padres, hermano y familia por brindarme su apoyo incondicional tanto emocional como económico, sin ellos no hubiese sido este anhelo posible.

A mi compañero de proyecto de investigación y amigos que me corroboraron en mi preparación.

Al Ing. MSc. Edwin Lema por los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera y con cuya experiencia fue nuestro guía para culminar con el tema de investigación.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y al grupo de docentes que no escatimaron esfuerzos en impartir sus sabios conocimientos de suma importancia que los pondré en práctica en la vida profesional, brindándome la oportunidad de superarme como persona cerrando de esta forma una etapa muy importante en mi vida.

Edison Salinas

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres por haber inculcado valores en mí y hacerme un hombre de bien, a mi madre Olga Paltan por ser una guía fundamental y a mi padre Fabián Gualotuña por todo el sacrificio incondicional para poder salir adelante.

A mi compañero de trabajo por todo lo que hemos compartido durante el desarrollo de este tema de investigación.

A mis amigos quienes me apoyaron dando ánimo para no desfallecer en el transcurso de este arduo camino.

Jeferson Gualotuña

DEDICATORIA

A mi padre Luis Salinas por todos sus consejos y valores inculcados en mí, para que pueda salir adelante y ser un hombre de bien.

A mi amada madre Alicia Villacis por su infinita paciencia, comprensión y cariño que me ha tenido en los momentos más difíciles.

A mi querido hermano Rafael por el apoyo incondicional que me ha brindado a lo largo de mi preparación.

A mis tíos que han estado pendientes de mí quienes me apoyaron dándome ánimo para no desfallecer en el transcurso de este arduo camino.

A Lulu y a esa persona especial que me apoyaron con su compañía en mis desveladas para lograr culminar con esta meta.

Edison Salinas

CONTENIDO

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	xxiii
ABSTRACT	xxiv
AVAL DE TRADUCCIÓN	xxv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5.1. Planteamiento del problema	4
5.2. Formulación del problema.....	5
6. OBJETIVOS	5
6.1. Objetivo General	5
6.2. Objetivos Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	7
8.1. Marco teórico contextual.....	7
8.2. Marco teórico	10
8.2.1. Principio de los campos magnéticos	10
8.2.1.1. Magnetismo.....	10

8.2.1.2. Campo Eléctrico	12
8.2.1.3. Campo Magnético	13
8.2.1.4. Campos Magnéticos provenientes de corrientes	13
8.2.2. Campo Electromagnético.....	14
8.2.2.1. Clasificación de campos electromagnéticos.	14
8.2.2.2. Inducción Electromagnética.....	15
8.2.3. Leyes para la inducción electromagnética	15
8.2.3.1. Ley de inducción de Faraday	15
8.2.3.2. Ley de Lenz.....	16
8.2.3.3. Flujo Magnético en las Cocinas de Inducción	16
8.2.3.4. Efecto de la Corriente De Foucault	16
8.2.3.5. Efecto de histéresis magnética	17
8.2.3.6. Efecto Joule.....	18
8.2.3.7. Profundidad de penetración	18
8.2.4. Cocinas a Inducción	18
8.2.4.1. Calentamiento por Inducción	19
8.2.4.2. Procesamiento de calor de superficie	19
8.2.4.3. Principio de funcionamiento de Cocinas a Inducción	20
8.2.4.4. Etapas de la Cocina de Inducción	21
8.2.5. Partes de una cocina de inducción	22
8.2.5.1. Circuito de potencia.....	22
8.2.5.2. Circuito de control.....	23
8.2.5.3. Bobina.....	23
8.2.5.4. Placa vitrocerámica	23
8.2.5.5. Disipador de calor	24
8.2.5.6. Ventilador	24
8.2.6. Radiación Electromagnética	25

8.2.6.1. Radiaciones ionizantes.....	25
8.2.6.2. Radiaciones no ionizantes.....	25
8.2.6.3. Comisión Internacional sobre las Protección contra Radiaciones No Ionizantes	26
8.2.7. Equipo de medición EMF 450 de campos múltiples.....	26
8.2.7.1. Características Principales del EMF 450	27
8.2.7.2. Consideraciones sobre medición.....	27
8.2.8. Enfermedades producidas por las radiaciones electromagnéticas	28
8.2.8.1. Efectos a corto plazo	28
8.2.8.2. Efectos a largo plazo	28
8.2.8.3. Neurocomportamiento	28
8.2.8.4. Sistema neuroendocrino.....	29
8.2.8.5. Trastornos neurodegenerativos	29
8.2.8.6. Trastornos cardiovasculares.....	29
8.2.8.7. Cáncer	29
8.2.8.8. Daños en los Fetos.....	30
9. HIPÓTESIS	30
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
10.1. Metodología de Investigación.....	30
10.1.1. Investigación descriptiva	30
10.1.2. Investigación correlacional	30
10.1.3. Investigación explicativa o causal.....	30
10.1.3. Investigación histórica	31
10.1.4. Investigación teórica conceptual	31
10.1.5. Investigación experimental	31
10.2. Métodos de investigación	31
10.2.1. Método Analítico.....	31
10.2.2. Método Sintético	31

10.2.3. Método Deductivo	31
10.2.4. Método Hipotético.....	31
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
11.1. Protocolo de Medición según la norma IEC-62233	32
11.1.1. Distancia para realizar el proceso de medición según la norma IEC-62233	32
11.2. Procedimiento propuesto por los autores	33
11.2.1. Distancias para el procedimiento propuesto por los autores.....	33
11.2.2. Zonas de cocción.....	35
11.2.3. Proceso de la medición propuesto por los autores	38
11.3. Discusión de Resultados según la norma IEC-62233	39
11.3.1. Especificaciones técnicas de la Marca “A”	39
11.3.1.1. Medidas Obtenidas de la marca “A” según la norma IEC-62233.....	40
11.3.1.2. Inductor o Quemador N°1 de la marca “A”	41
11.3.1.3. Inductor o Quemador N°2 de la marca “A”	42
11.3.1.4. Inductor o Quemador N°3 de la marca “A”	43
11.3.1.5. Inductor o Quemador N°4 de la marca “A”	44
11.3.2. Especificaciones técnicas de la Marca “B”	45
11.3.2.1. Medidas Obtenidas de la marca “B” según la norma IEC-62233	45
11.3.2.2. Inductor o Quemador N°1 de la marca “B”	46
11.3.2.3. Inductor o Quemador N°2 de la marca “B”	47
11.3.2.4. Inductor o Quemador N°3 de la marca “B”	48
11.3.2.5. Inductor o Quemador N°4 de la marca “B”	49
11.3.3. Especificaciones técnicas de la Marca “C”.....	50
11.3.3.1. Medidas Obtenidas de la marca “C” según la norma IEC-62233	50
11.3.3.2. Inductor o Quemador N°1 de la marca “C”	51
11.3.3.3. Inductor o Quemador N°2 de la marca “C”	52
11.3.3.4. Inductor o Quemador N°3 de la marca “C”	53

11.3.3.5. Inductor o Quemador N°4 de la marca “C”	54
11.3.4. Especificaciones técnicas de la Marca “D”	55
11.3.4.1. Medidas Obtenidas de la marca “D” según la norma IEC-62233.....	55
11.3.4.2. Inductor o Quemador N°1 de la marca “D”	56
11.3.4.3. Inductor o Quemador N°2 de la marca “D”	57
11.3.4.4. Inductor o Quemador N°3 de la marca “D”	58
11.3.4.5. Inductor o Quemador N°4 de la marca “D”	59
11.3.5. Especificaciones técnicas de la Marca “E”	60
11.3.5.1. Medidas Obtenidas de la marca “E” según la norma IEC-62233	60
11.3.5.2. Inductor o Quemador N°1 de la marca “E”	61
11.3.5.3. Inductor o Quemador N°2 de la marca “E”	62
11.3.5.4. Inductor o Quemador N°3 de la marca “E”	63
11.3.5.5. Inductor o Quemador N°4 de la marca “E”	64
11.4. Comparación de cocinas a inducción en todas las marcas según la norma IEC-62233..	65
11.5. Medidas de acuerdo al procedimiento reduciendo la distancia de evaluación del campo electromagnético.....	69
11.5.1. Medidas de la Marca “A” inductores individuales.....	69
11.5.1.1. Inductor o Quemador N°1.....	71
11.5.1.2. Inductor o Quemador N°2.....	72
11.5.1.3. Inductor o Quemador N°3.....	73
11.5.1.4. Inductor o Quemador N°4.....	74
11.5.2. Medidas de la Marca “B” inductores individuales.....	75
11.5.2.1. Inductor o Quemador N°1.....	76
11.5.2.2. Inductor o Quemador N°2.....	77
11.5.2.3. Inductor o Quemador N°3.....	78
11.5.2.4. Inductor o Quemador N°4.....	79
11.5.3 Medidas de la Marca “C” inductores individuales.....	80

11.5.3.1. Inductor o Quemador N°1.....	81
11.5.3.2. Inductor o Quemador N°2.....	82
11.5.3.3. Inductor o Quemador N°3.....	83
11.5.3.4. Inductor o Quemador N°4.....	84
11.5.4. Medidas de la Marca “D” inductores individuales.....	85
11.5.4.1. Inductor o Quemador N°1.....	86
11.5.4.2. Inductor o Quemador N°2.....	87
11.5.4.3. Inductor o Quemador N°3.....	88
11.5.4.4. Inductor o Quemador N°4.....	89
11.5.5. Medidas de la Marca “E” inductores individuales.....	90
11.5.5.1. Inductor o Quemador N°1.....	91
11.5.5.2. Inductor o Quemador N°2.....	92
11.5.5.3. Inductor o Quemador N°3.....	93
11.5.5.4. Inductor o Quemador N°4.....	94
11.6. Comparación de todas marcas según el procedimiento reduciendo la distancia de evaluación del campo electromagnético.	95
11.7.1. Medidas de la Marca “A” todos los inductores encendidos.....	99
11.7.1.1. Todos los inductores encendidos.....	100
11.7.2. Medidas de la marca “B” todos los inductores encendidos.....	101
11.7.2.1. Todos los inductores encendidos.....	102
11.7.3. Medidas de la marca “C” todos los inductores encendidos.....	103
11.7.3.1. Todos los inductores encendidos.....	104
11.7.4. Medidas de la marca “D” todos los inductores encendidos.....	105
11.7.4.1. Todos los inductores encendidos.....	106
11.7.5. Medidas de la marca “E” todos los inductores encendidos.....	107
11.7.5.1. Todos los inductores encendidos.....	108
12. IMPACTOS SOCIAL.....	110

13. PRESUPUESTO PARA LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO	110
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
14.1. Conclusiones	110
14.2. Recomendaciones.....	111
15. BIBLIOGRAFÍA	112
16. ANEXOS	1

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Magnetismo	11
Fig. 2: Propiedades de los Imanes	11
Fig. 3: Líneas de campo electrostático	12
Fig. 4: Disposición típica de un sistema de calentamiento por inducción	16
Fig. 5: Ciclo de Histéresis	17
Fig. 6: Representación esquemática de una cocina de inducción	19
Fig. 7: Campo Magnético	19
Fig. 8: Flujo magnético de las cocinas a inducción	21
Fig. 9: Representación esquemática de una cocina de inducción	22
Fig. 10: Circuito de Potencia	22
Fig. 11: Circuito de Control	23
Fig. 12: Bobinas planas de la Cocina a Inducción	23
Fig. 13: Placa Vitrocerámica.	24
Fig. 14: Disipador de Calor Interno	24
Fig. 15: Ventilador de la Cocina a Inducción	25
Fig. 16: Radiaciones Ionizantes y no Ionizante	26
Fig. 17: Medidor EMF 450	27
Fig. 18: Puntos de medición establecido por la norma IEC-62233	33
Fig. 19: Puntos de medición desde el centro del inductor.....	34
Fig. 20: Nomenclatura de los puntos de medición	34
Fig. 21: Punto de medición de la parte superior e inferior.....	35
Fig. 22: Puntos de medición a 30cm desde el centro del inductor o quemador	36
Fig. 23: Puntos de medición a 60cm desde el centro del inductor o quemador	36
Fig. 24: Puntos de medición a 100cm desde el centro del inductor o quemador	37
Fig. 25: Representación de todos los puntos a medir	37
Fig. 26: Combinaciones	38
Fig. 27: Campo magnético referente al inductor N°1 de la marca “A”	41
Fig. 28: Campo magnético referente al inductor N°2 de la marca “A”	42
Fig. 29: Campo magnético referente al Inductor N°3 de la marca “A”	43
Fig. 30. Campo Magnético referente al inductor N°4 de la marca “A”	44
Fig. 31: Campo Magnético referente al inductor N°1 de la marca “B”	46
Fig. 32: Campo Magnético referente al inductor N°2 de la marca “B”	47

Fig. 33: Campo Magnético referente al inductor N°3 de la marca “B”	48
Fig. 34: Campo Magnético referente al inductor N°4 de la marca “B”	49
Fig. 35: Campo Magnético referente al inductor N°1 de la marca “C”	51
Fig. 36: Campo Magnético referente al inductor N°2 de la marca “C”	52
Fig. 37: Campo Magnético referente al inductor N°3 de la marca “C”	53
Fig. 38: Campo Magnético referente al inductor N°4 de la marca “C”	54
Fig. 39: Campo Magnético referente al inductor N°1 de la marca “D”	56
Fig. 40: Campo Magnético referente al inductor N°2 de la marca “D”	57
Fig. 41: Campo Magnético referente al inductor N°3 de la marca “D”	58
Fig. 42: Campo Magnético referente al inductor N°4 de la marca “D”	59
Fig. 43: Campo Magnético referente al inductor N°1 de la marca “E”	61
Fig. 44: Campo Magnético referente al inductor N°2 de la marca “E”	62
Fig. 45: Campo Magnético referente al inductor N°3 de la marca “E”	63
Fig. 46: Campo magnético referente al inductor N°4 de la marca “E”	64
Fig. 47: Campo Magnético desde el centro del inductor N°1 de la marca “A”	71
Fig. 48: Campo Magnético desde el centro del inductor N°2 de la marca “A”	72
Fig. 49: Campo Magnético desde el centro del inductor N°3 de la marca “A”	73
Fig. 50: Campo Magnético desde el centro del inductor N°4 de la marca “A”	74
Fig. 51: Campo Magnético desde el centro del inductor N°1 de la marca “B”	76
Fig. 52: Campo Magnético desde el centro del inductor N°2 de la marca “B”	77
Fig. 53: Campo Magnético desde el centro del inductor N°3 de la marca “B”	78
Fig. 54: Campo Magnético desde el centro del inductor N°4 de la marca “B”	79
Fig. 55: Campo Magnético desde el centro del inductor N°1 de la marca “C”	81
Fig. 56: Campo Magnético desde el centro del inductor N°2 de la marca “C”	82
Fig. 57: Campo Magnético desde el centro del inductor N°3 de la marca “C”	83
Fig. 58: Campo Magnético desde el centro del inductor N°4 de la marca “C”	84
Fig. 59: Campo Magnético desde el centro del inductor N°1 de la marca “D”	86
Fig. 60: Campo Magnético desde el centro del inductor N°2 de la marca “D”	87
Fig. 61: Campo Magnético desde el centro del inductor N°3 de la marca “D”	88
Fig. 62: Campo Magnético desde el centro del inductor N°4 de la marca “D”	89
Fig. 63: Campo Magnético desde el centro del inductor N°1 de la marca “E”	91
Fig. 64: Campo Magnético desde el centro del inductor N°2 de la marca “E”	92
Fig. 65: Campo Magnético desde el centro del inductor N°3 de la marca “E”	93

Fig. 66: Campo Magnético desde el centro del inductor N°4 de la marca “E”	94
Fig. 67: Campo Magnético desde el centro de los inductores en la Marca “A”	100
Fig. 68: Campo Magnético desde el centro de los inductores en la Marca “B”	102
Fig. 69: Campo Magnético desde el centro de los inductores en la Marca “C”	104
Fig. 70: Campo Magnético desde el centro de los inductores en la Marca “D”	106
Fig. 71: Campo Magnético desde el centro de los inductores en la Marca “E”	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades en relación a los objetivos planteados	6
Tabla 2. Número de combinaciones.....	38
Tabla 3. Especificaciones técnicas de la Marca “A”	39
Tabla 4. Valores Promediados de la Marca “A”	40
Tabla 5. Especificaciones técnicas de la Marca “B”	45
Tabla 6. Valores Promediados de la Marca “B”	45
Tabla 7. Especificaciones técnicas de la Marca “C”	50
Tabla 8. Valores Promediados de la Marca “C”	50
Tabla 9. Especificaciones técnicas de la Marca “D”	55
Tabla 10. Valores Promediados de la Marca “D”	55
Tabla 11. Especificaciones técnicas de la Marca “E”	60
Tabla 12. Valores Promediados de la Marca “E”	60
Tabla 13. Comparación de los valores obtenidos de todas las marcas	65
Tabla 14. Valores Promediados de la Marca “A “desde el centro del inductor	70
Tabla 15. Valores Promediados de la Marca “B” desde el centro del inductor	75
Tabla 16. Valores Promediados de la Marca “C” desde el centro del inductor	80
Tabla 17. Valores Promediados de la Marca “D” desde el centro del inductor	85
Tabla 18. Valores Promediados de la Marca “E” desde el centro del inductor.....	90
Tabla 19. Valores obtenidos del campo magnético de todas las marcas desde el centro del inductor	95
Tabla 20. Valores medidos de la Marca “A “desde el centro del inductor todos encendidos..	99
Tabla 21. Valores medidos de la Marca “B “desde el centro del inductor todos encendidos	101
Tabla 22. Valores medidos de la Marca “C “desde el centro del inductor todos encendidos	103
Tabla 23. Valores medidos de la Marca “D “desde el centro del inductor todos encendidos	105
Tabla 24. Valores medidos de la Marca “E“ desde el centro del inductor todos encendidos	107

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Valores Obtenidos del Inductor N°1 de la marca “A”	41
Gráfico 2. Valores Obtenidos del Inductor N°2 de la marca “A”	42
Gráfico 3. Valores Obtenidos del Inductor N°3 de la marca “A”	43
Gráfico 4. Valores Obtenidos del Inductor N°4 de la marca “A”	44
Gráfico 5. Valores Obtenidos del Inductor N°1 de la marca “B”	46
Gráfico 6. Valores Obtenidos del Inductor N°2 de la marca “B”	47
Gráfico 7. Valores Obtenidos del Inductor N°3 de la marca “B”	48
Gráfico 8. Valores Obtenidos del Inductor N°4 de la marca “B”	49
Gráfico 9. Valores Obtenidos del Inductor N°1 de la marca “C”	51
Gráfico 10. Valores Obtenidos del Inductor N°2 de la marca “C”	52
Gráfico 11 . Valores Obtenidos del Inductor N°3 de la marca “C”	53
Gráfico 12. Valores Obtenidos del Inductor N°4 de la marca “C”	54
Gráfico 13. Valores Obtenidos del Inductor N°1 de la marca “D”	56
Gráfico 14. Valores Obtenidos del Inductor N°2 de la marca “D”	57
Gráfico 15. Valores Obtenidos del Inductor N°3 de la marca “D”	58
Gráfico 16. Valores Obtenidos del Inductor N°4 de la marca “D”	59
Gráfico 17. Valores Obtenidos del Inductor N°1 de la marca “E”	61
Gráfico 18. Valores Obtenidos del Inductor N°2 de la marca “E”	62
Gráfico 19. Valores Obtenidos del Inductor N°3 de la marca “E”	63
Gráfico 20: Valores Obtenidos del Inductor N°4 de la marca “E”	64
Gráfico 21. Comparación de los valores del campo electromagnético de todas las marcas en el lado frontal	66
Gráfico 22. Comparación de los valores del campo electromagnético de todas las marcas en el lateral derecho.....	66
Gráfico 23. Comparación de los valores del campo electromagnético de todas las marcas en el lateral izquierdo	67
Gráfico 24. Comparación de los valores del campo electromagnético de todas las marcas en el lado posterior	68
Gráfico 25. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°1 de la marca “A”	71
Gráfico 26. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°2 de la marca “A”	72
Gráfico 27. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°3 de la marca “A”	73
Gráfico 28. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°4 de la marca “A”	74

Gráfico 29. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°1 de la marca “B”	76
Gráfico 30. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°2 de la marca “B”	77
Gráfico 31. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°3 de la marca “B”	78
Gráfico 32. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°4 de la marca “B”	79
Gráfico 33: Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°1 de la marca “C”	81
Gráfico 34. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°2 de la marca “C”	82
Gráfico 35. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°3 de la marca “C”	83
Gráfico 36. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°4 de la marca “C”	84
Gráfico 37. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°1 de la marca “D”	86
Gráfico 38. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°2 de la marca “D”	87
Gráfico 39. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°3 de la marca “D”	88
Gráfico 40. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°4 de la marca “D”	89
Gráfico 41. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°1 de la marca “E”	91
Gráfico 42. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°2 de la marca “E”	92
Gráfico 43. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°3 de la marca “E”	93
Gráfico 44. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°4 de la marca “E”	94
Gráfico 45. Comparación de los valores obtenidos de todas las marcas del lado frontal desde el centro del inductor	96
Gráfico 46. Comparación de los valores obtenidos de todas las marcas del lateral derecho desde el centro del inductor.....	96
Gráfico 47. Comparación de los valores obtenidos de todas las marcas del lateral izquierdo desde el centro del inductor.....	97
Gráfico 48. Comparación de los valores obtenidos de todas las marcas del lado posterior desde el centro del inductor.....	98
Gráfico 49. Valores Obtenidos desde el centro de todos los inductores en la marca “A”	100
Gráfico 50. Valores Obtenidos desde el centro de todos los inductores en la marca “B”	102
Gráfico 51. Valores Obtenidos desde el centro de todos los inductores en la marca “C”	104
Gráfico 52. Valores Obtenidos desde el centro de todos los inductores en la marca “D”	106
Gráfico 53. Valores Obtenidos desde el centro de todos los inductores en la marca “E”	108

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Valores Promediados de la Marca “A” referente a la potencia mínima desde el centro del inductor con sus respectivas combinaciones con dos inductores encendidos
- Anexo 2.** Valores Promediados de la Marca “A” referente a la potencia media desde el centro del inductor con sus respectivas combinaciones con dos inductores encendidos
- Anexo 3.** Valores Promediados de la Marca “B” referente a la potencia mínima desde el centro del inductor con sus respectivas combinaciones con dos inductores encendidos
- Anexo 4.** Valores Promediados de la Marca “B” referente a la potencia media desde el centro del inductor con sus respectivas combinaciones con dos inductores encendidos
- Anexo 5.** Valores Promediados de la Marca “C” referente a la potencia mínima desde el centro del inductor con sus respectivas combinaciones con dos inductores encendidos
- Anexo 6.** Valores Promediados de la Marca “C” referente a la potencia media desde el centro del inductor con sus respectivas combinaciones con dos inductores encendidos
- Anexo 7.** Valores Promediados de la Marca “D” referente a la potencia mínima desde el centro del inductor con sus respectivas combinaciones con dos inductores encendidos
- Anexo 8.** Valores Promediados de la Marca “D” referente a la potencia media desde el centro del inductor con sus respectivas combinaciones con dos inductores encendidos
- Anexo 9.** Valores Promediados de la Marca “E” referente a la potencia mínima desde el centro del inductor con sus respectivas combinaciones con dos inductores encendidos
- Anexo 10.** Valores Promediados de la Marca “E” referente a la potencia media desde el centro del inductor con sus respectivas combinaciones con dos inductores encendidos
- Anexo 11.** Medidas de la marca “A” con sus combinaciones
- Anexo 12.** Medidas de la marca “B” con sus combinaciones.
- Anexo 13.** Medidas de la marca “C” con sus combinaciones
- Anexo 14.** Medidas de la marca “D” con sus combinaciones.
- Anexo 15.** Medidas de la marca “E” con sus combinaciones.
- Anexo 16.** Extracto de la Metodología de Medición de la normativa IEC 62233.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “ESTUDIO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS PRODUCIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LOS SERES HUMANOS”.

Autores:

Gualotuña Paltan Jeferson Alexander

Salinas Villacis Edison Mauricio

RESUMEN

El presente trabajo de titulación está destinado al estudio de las radiaciones electromagnéticas producidas por las cocinas de inducción comercializadas en el Ecuador, las mismas que utilizan el principio de inducción magnética, permitiendo de esta forma inducir corrientes a los seres humanos que se encuentran en constante contacto, perjudicando su salud al exceder los límites establecidos por la normativa internacional.

La investigación consiste en conocer los componentes y funcionamiento de la cocina de inducción para diseñar una metodología de medición con ayuda del equipo EMF 450, a fin de cuantificar las radiaciones electromagnéticas producidas por las distintas marcas con mayor comercialización en el país, observando si cumplen con los rangos permitidos.

Se dará a conocer los posibles daños que causan las radiaciones electromagnéticas, buscando prevenir y garantizar el bienestar de las personas vulnerables que se encuentran en contacto con este tipo de electrodomésticos.

Los datos obtenidos según la metodología establecida por la normativa de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC-62233), las cocinas se encuentran dentro de los límites establecidos, sin embargo, bajo el proceso investigativo propuesto por los autores los niveles de radiación superan los límites.

Palabras Clave: Cocina a Inducción, Inducción Magnética, Radiaciones electromagnéticas.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF APPLIED AND ENGINEERING SCIENCE

TOPIC: “ELECTROMAGNETIC RADIATIONS STUDY PRODUCED BY INDUCTION KITCHENS IN HUMAN BEINGS”.

Authors:

Gualotuña Paltan Jeferson Alexander

Salinas Villacis Edison Mauricio

ABSTRACT

The present research is intended to study of electromagnetic radiations produced by induction stoves commercialized in Ecuador, those use magnetic principle, allowing by this way to induce currents to the human beings that are in constantly contact harming their health exceeding established limits from international regulations.

The research consists in knowing the components and operation of the induction stoves to design a measurement methodology with the helping of EMF 450 equipment, in order to quantify the electromagnetic radiations produced by different brands with greater commercialization in the country observing if they comply with allowed ranges.

Possible damages caused by electromagnetic radiation will be published, trying to prevent and guarantee the welfare of vulnerable people who are in contact with this type of electrical appliances.

The obtained data according to established methodology by regulations of International Electrotechnical Commission (IEC-62233), the devices are into established parameters, however according to the researching process proposed by the authors the radiation levels exceed the limits.

Keywords: Induction Cooking, Magnetic Induction, Electromagnetic Radiation.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de proyecto de titulación II al Idioma Inglés presentado por los señores **Gualotuña Paltan Jeferson Alexander** y **Salinas Villacis Edison Mauricio** Egresados de la carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, cuyo título versa: **“ESTUDIO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS PRODUCIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LOS SERES HUMANOS.”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple como una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 18 Julio del 2019

Atentamente ,

MsC. Marcelo Pacheco Pruna

DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS

C.I. 050261735-0

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

ESTUDIO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS PRODUCIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LOS SERES HUMANOS.

Fecha de Inicio:

09 de octubre del 2019

Fecha de finalización:

02 de agosto del 2019

Lugar de ejecución:

San Felipe-Latacunga-Cotopaxi-Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Equipo de trabajo:

Tutor de titulación: Ing. MSc. Edwin Marcelo Lema Guamán

Coordinadores del Proyecto:

Gualotuña Paltan Jeferson Alexander

Salinas Villacis Edison Mauricio

Tutor:**Nombres y Apellidos:** Ing.MsC. Edwin Marcelo Lema Guamán**Nacionalidad:** Ecuatoriana**Cedula de Identidad:** 030224135-1**Lugar y fecha de nacimiento:** Azogues, 06 de abril de 1988**Estado Civil:** Soltero**Correo electrónico:** edwin.lema@utc.edu.ec**Títulos obtenidos:** Ingeniería (Universidad de Cuenca)

Maestría (Instituto energético de Moscú)

Coordinadores del proyecto**Postulante N°1****Nombres:** Gualotuña Paltan Jeferson Alexander**Cedula de ciudadanía:** 172261975-4**Fecha de nacimiento:** Quito, 18 octubre de 1993**Correo Electrónico:** jeferson.gualotuna4@utc.edu.ec**Postulante N°2****Nombres:** Salinas Villacis Edison Mauricio**Cedula de Identidad:** 180457541-1**Fecha de nacimiento:** Tungurahua, 29 de agosto de 1994**Correo Electrónico:** edison.salinas1@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Ingeniería industria y construcción.

Línea de investigación:

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Conversión y uso razonable de la Energía Eléctrica.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación trata acerca de los componentes y funcionamiento de las cocinas de inducción, ya que estas se basan en el principio de inducción magnética que producen radiaciones electromagnéticas, llegando a perturbar el funcionamiento del organismo cuando su intensidad supera los límites permitidos.

En la actualidad las cocinas de inducción ensambladas y comercializadas en el Ecuador son de vital importancia al ser un elemento de suma necesidad dentro de un hogar, el problema radica en el desconocimiento del nivel de radiaciones electromagnéticas, debido a que ninguna entidad ha dado a conocer si las mediciones se encuentran dentro de los rangos establecidos.

Se elaborará un procedimiento de medición del campo magnético aplicable a las diferentes marcas comercializadas a nivel nacional, para ello se utilizará un detector electromagnético, con el cual se verificará si estos valores cumplen con los valores permitidos dentro de los estándares internacionales de las radiaciones electromagnéticas.

Si los valores obtenidos no se encuentran fuera de los límites se dará a conocer los posibles daños que pueden ocasionar al usar las cocinas de inducción por el cual están expuestos un gran número de personas.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el país se encuentra en pleno proceso de sustituir el uso de GLP por electricidad para la cocción de alimentos en el sector residencial, introduciendo cocina de inducción al mercado por fabricantes calificados como son Indurama, Ecoline, Haier, Innova, Mabe, mediante el programa nacional de cocción eficiente que se encontraba coordinada por el ministerio de electricidad y energía renovable (MEER) [1], con esto se pretende cambiar la matriz energética actual del Ecuador por las introducción de energías limpias.

Estas cocinas de inducción introducidas a los hogares ecuatorianos a través del programa (PEC) no garantizan que las radiaciones que emiten estos electrodomésticos cumplan con el valor mínimo establecido por la norma IEC-62233, en el caso que estos superen los valores mínimos pueden provocar enfermedades en los ciudadanos especialmente en mujeres embarazadas y niños.

En la presente investigación para la captación de estas radiaciones se establecerá un procedimiento por parte de los autores o su vez se cumplirá con el protocolo establecido por la norma IEC-62233, esto se aplicará a las marcas que se encuentran implementadas en el mercado nacional, con este proceso se pretende verificar si el campo magnético se encuentra dentro del valor permitido en el estándar internacional de radiaciones electromagnéticas.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación servirá como beneficio para 170 mil familias ecuatorianas [2], que adquirieron las cocinas a inducción con el programa de cocción eficiente, logrando prevenir y garantizar la salud de las personas con mayor vulnerabilidad, como es el caso de los niños, adultos, personas con marca pasos y mujeres embarazadas que durante su hábito diario utilizan o se encuentran cerca de las cocinas de inducción.

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador a partir del año 2015 se incorporó el programa de eficiencia energética dirigida a la utilización de cocinas de inducción, por este motivo se implementó la comercialización de las mismas a nivel nacional para todas las personas naturales, al ser un elemento doméstico de suma necesidad dentro de cada uno de los hogares, actualmente en el Ecuador existe un déficit en cuanto al control de las radiaciones electromagnéticas emitidas por las cocinas.

El problema de mayor importancia que se tiene es el desconocimiento de publicaciones realizadas en el país en los últimos años acerca del tema tratado, debido a que en las literaturas técnicas no existe mucha información sobre las radiaciones electromagnéticas inducidas en el cuerpo humano y ninguna entidad ha dado a conocer si las mediciones correspondientes del campo magnéticos se encuentran dentro de los límites permitidos.

La Organización Mundial de la salud (OMS) determinó que las cocinas de inducción producen radiaciones electromagnéticas, las cuales inducen corrientes de campo magnético al cuerpo humano, y pueden ocasionar daños permanentes en el organismo cuando su intensidad supera lo establecido. Las mujeres amas de casas son las que tienen mayor posibilidad de obtener enfermedades por el tiempo de exposición a estas corrientes, al ser la cocción de los alimentos un hábito diario.

5.2. Formulación del problema

La introducción de cocinas de inducción a través del programa de eficiencia energética en los hogares ecuatorianos no garantiza que los niveles de radiación electromagnética producidas por las mismas, estén dentro de los límites establecidos por la normativa internacional y si estas a su vez afectan a los seres humanos.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Estudiar los niveles de Radiaciones Electromagnéticas producidas por las Cocinas de Inducción en conformidad con la normativa IEC-62233, para poder determinar si causan afectaciones a los seres humanos.

6.2. Objetivos Específicos

- ✓ Revisar bibliografías e información del principio del funcionamiento de las cocinas a inducción y los posibles daños que pueden ocasionar a la salud de las personas.
- ✓ Caracterizar los campos electromagnéticos generados en las cocinas a inducción.
- ✓ Analizar el cumplimiento de los datos obtenidos en base a la normativa IEC62233.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades en relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDADES	TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN
1. Revisar bibliografías e información del principio del funcionamiento de las cocinas a inducción y los posibles daños que pueden ocasionar a la salud de las personas	<ul style="list-style-type: none"> -Investigación de los elementos que componen la cocina a Inducción. -Determinación del funcionamiento de las cocinas a inducción -Distinción del equivalente circuital. 	Marco teórico referenciado a la cocina de inducción.	Obtener información confiable de libros, tesis, sitios y revistas bibliográficas para determinar su funcionamiento.
2. Caracterizar los campos electromagnéticos generados en las cocinas a inducción.	<ul style="list-style-type: none"> -Establecimiento de las distancias a medir el campo electromagnético bajo la normativa y el proceso propuesto. -Medición los niveles de radiaciones Electromagnéticas. 	Obtención de base de datos.	Medición del Campo Magnético con el medidor de campos electromagnéticos EMF 450.
3. Analizar el cumplimiento de los datos obtenidos en base a la normativa IEC62233.	- Determinación si las cocinas a inducción con los valores obtenidos están dentro de los límites permitidos.	Análisis estadístico de los datos obtenidos	Mediante la normativa IEC 62233 de métodos de medición para campos electromagnéticos de aparatos domésticos y aparatos similares con respecto a la exposición humana.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1. Marco teórico contextual

El proyecto de investigación es de gran importancia, al no tener un buen estudio sobre las radiaciones electromagnéticas producidas por las cocinas de inducción en los seres humanos.

El propósito de la presente investigación de este proyecto es dar a conocer los posibles daños que pueden ocasionar las radiaciones electromagnéticas al usar las cocinas de inducción

Las cuales utilizan un campo magnético de alta frecuencia para la cocción de los alimentos motivo por el cual están expuestos un gran número de personas sensibles como es el caso de las mujeres en estado de gestación, que con la posición típica de una madre frente a la olla, el feto se encuentra a una distancia muy pequeña de la fuente del campo magnético. Además, los niños podrían estar cerca al electrodoméstico y por lo tanto al ser su altura pequeña, su sistema nervioso central se ve afectado. Debemos considerar que estos campos electromagnéticos pueden producir cáncer en las personas si no se toman las debidas precauciones.

Por este motivo al no tener un buen estudio sobre las cocinas de inducción, se desconoce los efectos que se producirán, lo que se quiere lograr es prevenir y garantizar al usuario final el adecuado uso de las cocinas a inducción estableciendo condiciones para un óptimo funcionamiento.

La aparición de las cocinas de inducción, su definición, funcionamiento y sus ventajas como son eficiencia y rapidez en la cocción de alimentos, su método de limpieza y seguridad [3] , pero en dicho trabajo no menciona sobre las radiaciones electromagnéticas que emite dichas cocinas.

Por otro lado, la inducción tecnológica de calefacción y sus aplicaciones en la evolución pasada, actual y futura, que se emplea en áreas como son las industrias, aparatos domésticos y la medicina, da una correcta explicación en el trabajo de investigación [4], en el cual da a conocer cómo se produce el calentamiento por inducción sus fenómenos que interviene y los distintos circuitos que se aplican para nuestra investigación es de suma importancia para el conocimiento del calentamiento que utiliza las cocinas de inducción así como sus respectivos circuitos.

El estudio de la influencia de las radiaciones electromagnéticas en los seres humanos, sus efectos, consecuencias además de sus conceptos básicos para comprender como, se trasportan las ondas electromagnéticas, en los distintos equipos que tienen la capacidad de producir dicha radiación ya sea electrodomésticos, tecnología y telecomunicaciones [5].

La organización mundial de la salud en su página web oficial OMS [6], da a conocer que los campos electromagnéticos artificiales (CEM) se han incrementado en los últimos años, los daños que ocasionan los campos electromagnéticos principalmente el campo eléctrico pueden interactuar con los sistemas biológicos del ser humano , así como las fuentes que se pueden encontrar en diferentes escenarios como son industrias, hospitales y público en general donde se enfoca nuestro temas de investigación ya que dentro de este escenario se encuentran las cocinas de inducción.

Para el diseño y construcción de un prototipo de cocina de inducción electromagnética, así como descripción de las partes que componen una cocina de inducción y su respectivo funcionamiento [7], en el que utilizo un inversor cuasi resonante generador de alta frecuencia, que producen el calentamiento de un material que contenga elementos ferromagnéticos y este cerca de la bobina de inducción, pero sin tomar en cuenta si este prototipo emite radiaciones electromagnéticas.

La incorporación de cocinas de inducción en el Ecuador está bajo el programa Nacional de cocción eficiente debido al cambio de la matriz energética que se encuentra en pleno proceso en el país, a su vez da a conocer una comparación con porcentajes sobre la utilización de cocinas a GLP y de las cocinas a inducción mediante esto poder determinar qué impacto tendrán las cocinas de inducción en el Ecuador [8].

Para la adquisición de una cocina de inducción en el Ecuador se deben realizar seis pasos con la empresa distribuidora, que a la misma vez se hace acreedora al subsidio del costo de energía eléctrica se encuentra claramente mencionado en la página web oficial del MEER [1], esta información es de suma importancia para nuestro trabajo de investigación debido a esto podremos determinar las marcas más comercializas en el Ecuador por los fabricantes calificados.

Para la utilización de recipientes de cocina doméstica a ser usados sobre las placas de inducción establecen los requisitos de seguridad y eficiencia energética, que está claramente descrito en

la normativa ecuatoriana RTE INEN 252, estos recipientes tienen la finalidad de proteger la seguridad de las personas, animales domésticos y del ambiente [9].

Las normas y estándares aplicables para los campos electromagnéticos de radio frecuencia en América Latina se encuentran plasmados en el artículo de investigación de Skvarca, en el cual establece el nombre de cada estándar de acuerdo al país que se encuentre en América Latina, para nuestra importancia es el estándar aprobado en 2004 [10], el cual se basa en los límites recomendados por la ICNIRP que en la actualidad fue remplazada por el estándar IEC 62233.

El estándar IEC 62233, lleva como nombre métodos de medición para campos electromagnéticos de los electrodomésticos y aparatos similares con respecto a la exposición humana, abarca conceptos básicos [11], fórmulas directamente relacionadas con los campos electromagnéticos y los niveles de radiaciones electromagnéticas que se encuentran claramente descritas en el estándar, para nuestro trabajo de investigación establece el valor límite de $6.25 \mu T$ de la misma manera la distancia mínima de medición de dicho valor que es de 30 cm.

En el artículo de la Exposición pre y pos natal de niños a los CEM [12], se detalla los efectos que producen los campos eléctricos y las corrientes inducidas a las mujeres y niños a una frecuencia entre 20 a 100 kHz, el cual se determina que son vulnerables tomando en cuenta las influencias ambientales, físicas y químicas.

Al examinar los investigadores dieciséis cocinas a inducción confirmaron que los niveles de radiación de los campos electromagnéticos perjudican a los fetos de las mujeres embarazadas que se encuentran cocinando [13], lo que produce daños permanentes a la salud.

En el análisis del funcionamiento de las placas vitrocerámica presentan menos inercia térmica y mayor capacidad de transferencia de energía eléctrica, permitiendo inducir de forma rápida el calor hacia los alimentos de cocción [14], pero puede producir problemas funcionales a nivel orgánico y celular.

La comisión internacional sobre protecciones contra las radiaciones no ionizantes afirma que existen bases para limitar las exposiciones y la absorción de los campos magnéticos a partir de los mecanismos básicos de acoplamiento esto está determinado en Pautas de ICNIRP, mediante los cuales el tiempo varía eléctricamente y en magnéticamente a una baja frecuencia [15].

Los campos magnéticos alternos generan calor en el ferromagnético debido a histéresis magnética y corrientes inducidas, con la utilización de un osciloscopio y una sonda se analiza dichos campos, dando como resultado que el campo producido por las vitrocerámicas de inducción tiene una cierta distorsión armónica que varía según el modelo y la sartén que se está utilizando [16].

Las cocinas de inducción tienen grandes ventajas en la cocción de los alimentos y para eso se debe utilizar recipientes de uso doméstico, fabricados en hierro fundido y en acero, el funcionamiento de estas cocinas de inducción se basa en una corriente eléctrica de frecuencia variable 20 kHz a 100 kHz el cual produce radiaciones electromagnéticas de alta intensidad, estudios realizados han demostrado que el tiempo de exposición a dichas cocinas es perjudicial para la salud humana, especialmente para niños y mujeres embarazadas, estos estudios se basaron en el estándar IEC 62233 que establece que las radiaciones electromagnética debe tener un valor límite de $6.25 \mu T$ de la misma manera la distancia mínima de medición de dicho valor que es de 30 cm.

8.2. Marco teórico

8.2.1. Principio de los campos magnéticos

8.2.1.1. Magnetismo

El fenómeno magnético aparece en Grecia en la ciudad de Magnesia a partir de los años 1600 de ahí la palabra magnetismo descubierto por el físico William Gilbert que mediante varios experimentos descubrió la imantación.

Generalmente asociamos el imán a una piedra que atrae a los metales y pequeñas piedras que encontramos en la arena. Este fenómeno magnético al igual que el eléctrico, al estar estrechamente ligado a los átomos.

En la Fig. 1 el aspecto que tiene la magnetita y sus polos magnéticos, nombre que se les da a las partes de la piedra que atraen con mayor fuerza a otros materiales magnéticos, como es el caso de los clavos metálicos.

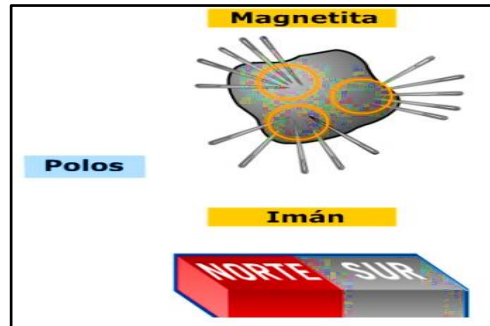


Fig. 1: Magnetismo [17].

Al frotar un objeto dándole la propiedad de atraer pequeñas cosas se puede considerar que está cargada eléctricamente y estos a su vez resultan tener dos cargas posibles. El estudio de su comportamiento se define como electrostática. Las cuales contienen dos reglas para cada una de las cargas, que al ser del mismo tipo de carga se repelan caso contrario se atraen entre sí.

Una de las principales características es que al cortar un imán se obtienen nuevos imanes como se puede apreciar en la Fig. 2 y por qué al golpear o calentar un imán éste pierde sus propiedades magnéticas. Al cortar un imán solo se divide la materia, en cambio al calentarlo es posible que pierda su ordenamiento y propiedades magnéticas. Un material a temperatura elevada tiene asociado el movimiento de las partículas que lo conforman, o sea, mientras más movimiento tienen estas partículas, mayor será la temperatura del material. La presencia de un imán podría dificultar este movimiento, lo que debiera traducirse en una reducción de la temperatura [17].

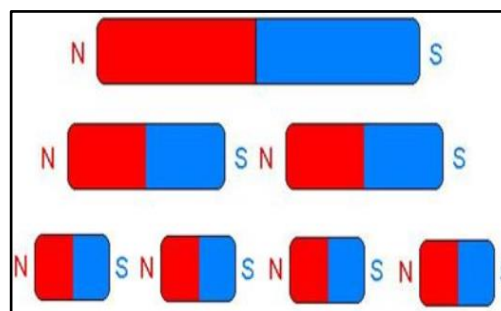


Fig. 2: Propiedades de los Imanes [17].

Benjamín Franklin anteriormente realizó varios experimentos eléctricos y propuso un modelo mecánico que consistía en cargarlo eléctricamente, implicando la transferencia de un fluido eléctrico. Cuando dos objetos no cargados se frotan entre sí parte del fluido eléctrico de uno pasa al otro adquiriendo distintas cargas eléctricas a las que llamo carga positiva (extra de fluido eléctrico) y carga negativa (déficit de fluido).

8.2.1.2. Campo Eléctrico

Es un campo vectorial en el cual se manifiestan fuerzas de atracción y repulsión entre las cargas; estos campos eléctricos se pueden crear mediante cargas eléctricas o debido a la acción de los campos magnéticos variables, según las investigaciones realizadas por Faraday y los estudios del científico escocés James Maxwell.

Es el espacio que rodea a toda carga eléctrica, es decir es una forma de existir de la materia en forma no sustancial y es impredecible para los sentidos del ser humano, se le detecta en forma indirecta y mediante instrumentos eléctricos, toda carga eléctrica tiene asociado su campo eléctrico el cual es responsable de que ocurran las interacciones eléctricas.

Una carga eléctrica, produce una distorsión en el espacio, la que podemos comprobar a través de la carga de prueba, pues si esta experimenta una fuerza, es porque en el lugar había una distorsión. En realidad, el campo eléctrico es solamente uniforme en la parte media de las placas, en los bordes presenta perturbaciones suponiendo que estas son constantes.

El campo eléctrico se genera por la presencia de cargas eléctricas y también por la diferencia de voltaje, por lo que a mayor voltaje más potente será su campo resultante. Un campo eléctrico existe, aunque no haya circulación de corriente es decir que un artefacto crea un campo eléctrico, aunque esté conectado, pero no encendido. Las líneas de campo son paralelas entre sí y están separadas todas a una misma distancia como se puede observar en la Fig. 3, este a su vez está directamente relacionado con la intensidad de las cargas puestas en cada placa.

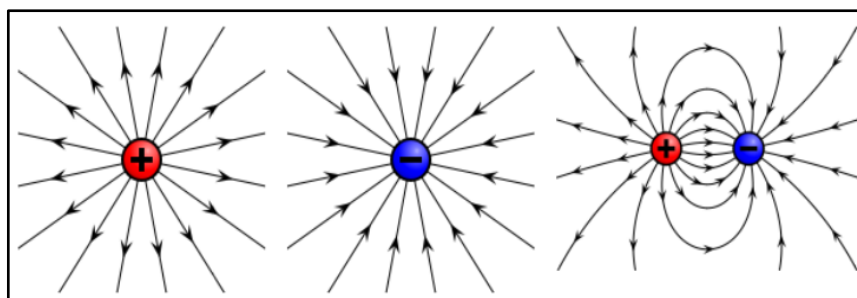


Fig. 3: Líneas de campo electrostático [18].

Si los voltajes y corrientes son variables en el tiempo, entonces se considera que los campos son variables en el tiempo, esta particularidad es importante ya que permite explicar la propagación de energía en el espacio y en el aire tal como establecen las leyes de Maxwell, dando lugar a que un campo eléctrico variable en el tiempo origina un campo magnético variable en el tiempo y se mide el campo eléctrico en unidades de voltios por metro (V/m) [18].

8.2.1.3. Campo Magnético

En 1820 el físico danés Christian Oersted junto con un ayudante se le cayó un cable conectado a una batería sobre una brújula se dieron cuenta que la aguja de esta se desviaba. Descubriendo de manera experimental la relación entre la electricidad y el magnetismo, que un cable al ser energizado con la corriente eléctrica se crea un campo magnético a su alrededor. Los efectos persistían incluso cuando se interponían placas de vidrio, metal o madera entre el hilo conductor y brújula.

8.2.1.4. Campos Magnéticos provenientes de corrientes

Son aquellos generados por el desplazamiento de las cargas de una corriente eléctrica, como ocurre en los electroimanes, en los que una carga eléctrica se hace circular por un material metálico, logrando así que se imante de forma inmediata generando un campo magnético a su alrededor [19].

Los campos magnéticos son los creados por corrientes eléctricas que circulan a través de una bobina. En cualquier caso, para determinar la expresión de la inducción magnética que cualquier conductor crea a su alrededor cuando pasa por el mismo una corriente eléctrica.

El campo magnético puede ser especificado de dos formas como densidad de flujo magnético (B) expresado en teslas (T), o como intensidad de campo magnético (H), se miden en amperios por metro (A/m) y están relacionadas por:

$$B = \mu H \quad (1)$$

El vector B es una zona del espacio en donde existe un campo magnético uniforme, si la carga q está en reposo, el campo magnético no ejerce ninguna acción sobre ella. Sin embargo, si se mueve con cierta velocidad, aparece sobre ella una fuerza [20].

Siendo F el módulo de la fuerza máxima medida sobre la partícula. El módulo del campo magnético se define como:

$$B = \frac{F}{q*v} \quad (2)$$

El flujo magnético se define como el producto punto entre el vector flujo magnético y el vector área como se puede observar en la siguiente ecuación:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos\theta \quad (3)$$

Para el cálculo del ángulo entre los vectores θ , se considera el campo magnético B y el área S. Su unidad de medida será el Weber (Wb).

8.2.2. Campo Electromagnético

Oersted demostró poco después que el efecto era simétrico, no solo el cable recorrido por la corriente ejercía fuerzas sobre un imán también el imán desarrollaba una sobre la bobina por donde circulaba una corriente eléctrica, actuando uno de los extremos de la bobina como el polo norte de un imán y el otro como el polo opuesto, estableciendo de esta manera la conexión entre los fenómenos eléctricos y magnéticos [21].

Michael Faraday en 1831, observó el efecto contrario al que observó Oersted, es decir, al mover un imán en las cercanías de un conductor por el que no circula corriente alguna (o bien, al mover el conductor en las cercanías de un imán) se genera en este una corriente “inducida”.

Encontró que la fuerza sobre un alambre por el que fluye una corriente tiene una dirección perpendicular a la dirección del campo magnético y a la dirección de la corriente eléctrica. La dirección de la fuerza se puede determinar por medio de la mano derecha [21].

James Clerk Maxwell en 1860 sintetizó la electricidad y el magnetismo. Estableció que los campos eléctrico y magnético, actuando juntos, generan un tipo de energía llamada energía de radiación. Estableció también que la luz no es más que una onda electromagnética. El campo electromagnético se mide en Teslas (T), en honor a Nicola Tesla.

8.2.2.1. Clasificación de campos electromagnéticos.

Los campos electromagnéticos se clasifican de acuerdo con su frecuencia en:

- a. CEM de baja frecuencia y extremadamente baja o frecuencia industrial (desde 3 hasta 300 Hz), que son los producidos por las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica, redes de telefonía y por la mayoría de los electrodomésticos [22].
- b. CEM de frecuencia intermedia (entre 300 Hz y 10 MHz), que son los producidos por pantallas de computadoras, dispositivos antirrobo y sistemas de seguridad y transmisiones de radio AM [22].
- c. CEM de alta frecuencia (entre 10 MHz y 300 GHz), que son los producidos por sistemas de radiodifusión, televisión, hornos de microondas, teléfonos, celulares, enlaces de microondas, antenas de radares, en orden creciente de frecuencia [22].

8.2.2.2. Inducción Electromagnética

La transferencia de energía al objeto a calentar se produce por medio del fenómeno llamado inducción electromagnética, esto se deriva del simple hecho de que la electricidad y el magnetismo no son cosas separadas, sino dos aspectos diferentes del mismo fenómeno subyacente al electromagnetismo, lo que significa que se genera electricidad usando magnetismo.

Los campos electromagnéticos también son conocidos como CEM, son creados debido al movimiento de cargas eléctricas y son una combinación de ondas eléctricas y magnéticas desplazándose simultáneamente y logrando propagarse de manera oscilante a la velocidad de la luz.

La inducción electromagnética es el fenómeno en el cual se genera una intensidad de corriente alterna en una espira, producto de la variación del flujo magnético en su interior. Esto ocurre debido a que se produce una fuerza electromotriz (fem), que puede ser cuantificada mediante la ley de Faraday-Lenz. Es decir, la inducción electromagnética es el proceso por el cual se puede inducir una corriente por medio de un cambio en el campo magnético.

8.2.3. Leyes para la inducción electromagnética

Los siguientes leyes y efectos aplican para la inducción electromagnética.

8.2.3.1. Ley de inducción de Faraday

Faraday en 1831 tuvo la intuición de darse cuenta de que el cambio en el flujo de inducción magnética para la bobina puede ser producido tanto por un imán recto o por una espira de corriente.

La fem inducidas no solo dependen del material que conforma la bobina, sino también de su forma y del campo magnético. La fem inducida en una espira cerrada es igual al negativo de la tasa de variación del flujo magnético a través de la espira con respecto al tiempo.

La ley de Faraday afirma que la fuerza electromotriz inducida, E , en un circuito es igual al valor negativo de la rapidez con la cual está cambiando el flujo que atraviesa el circuito. Si bien, Faraday describió la existencia de fem inducida frente a la presencia de flujo magnético variable, fue Lenz, quién agregó el signo menos a la expresión, ya que predijo que la fem inducida se oponía la causa que la produjo al ser el signo negativo basado en la definición de la corriente [23].

8.2.3.2. Ley de Lenz

La ley de Lenz incorporamos la ley de Faraday con un signo menos, que nos permite utilizar el mismo sistema de coordenadas para el flujo y la FEM, a veces nos referimos al resultado como la ley de Faraday – Lenz.

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt} \quad (4)$$

En la práctica, frecuentemente lidiamos con la inducción magnética en múltiples espiras de alambre de cobre, donde cada una contribuye con la misma FEM. En el caso que se tiene una bobina con N espiras idénticas y si el flujo varía a la misma tasa a través de cada espira, la tasa total de cambio a través de todas las espiras es N veces más grande que para una sola espira:

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt} \quad (5)$$

8.2.3.3. Flujo Magnético en las Cocinas de Inducción

La Fig. 4 una fuente de CA se utiliza para suministrar una tensión alterna a una bobina. La bobina genera un campo magnético alterno, como consecuencia el objetivo de inducción se calienta por medio de dos fenómenos físicos: corrientes de Foucault y de histéresis magnética. Las corrientes de Foucault se oponen al campo magnético aplicado al inductor, y que producen el calentamiento por efecto Joule [24].

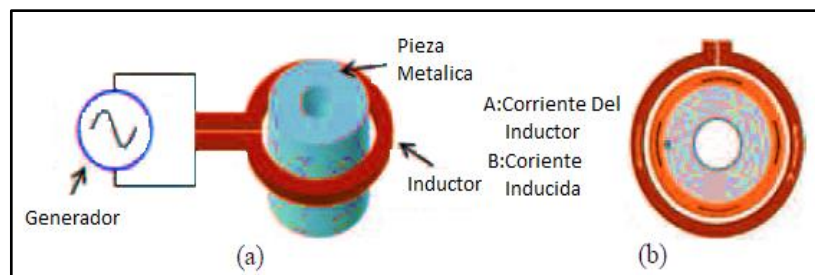


Fig. 4: Disposición típica de un sistema de calentamiento por inducción [24].

8.2.3.4. Efecto de la Corriente De Foucault

Las corrientes de Foucault, llamadas también como Eddy currents, son las corrientes inducidas en el cuerpo conductor en presencia por la variación de un flujo de campo magnético variable con el tiempo. El resultado es la aparición de una f.e.m. que hace circular una corriente en el material conductor [25].

En los núcleos de transformadores y bobinas se generan estas tensiones que son inducidas debido a las variaciones de flujo magnético a que se someten aquellos núcleos. Estas tensiones inducidas son causa de que se produzcan corrientes parásitas en el núcleo (llamadas corrientes de Foucault), que no son óptimas para la buena eficiencia eléctrica de estos dispositivos.

8.2.3.5. Efecto de histéresis magnética

Es la capacidad con la que cuentan los materiales de ser magnetizados, polarizados o la capacidad de adquirir un campo magnético. Existen algunos materiales que son sometidos al proceso para magnetizarlos, tienen la principal característica de mantener su polarización de forma indefinida, la única manera de volverlos a su estado inicial de polarización sería someterlos a una magnetización inversa [26].

En la Fig. 5 podemos observar que la inducción magnética está representada por la H a la que sometemos el material que deseamos magnetizar, y la B representa la polarización o magnetización que está adquiriendo esa materia, la unidad de medida se llama Tesla.

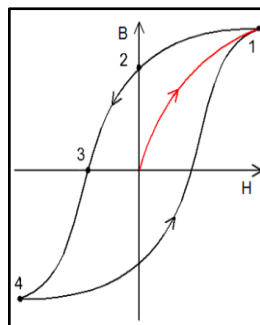


Fig. 5: Ciclo de Histéresis [26].

Tenemos una aleación de hierro el cual tiene su material ferromagnético desordenado, sin ninguna orientación magnética.

Cuando introducimos la aleación de hierro en el interior de la bobina y seguidamente inducimos una corriente eléctrica por la misma estaremos creando un campo magnético inducido, que al entrar en contacto con la aleación de hierro orientará su material ferromagnético y le dará una propiedad magnética.

En la Fig. 5 vemos el ciclo de histéresis de este suceso, la línea roja representa la progresión de un estado del hierro sin orientación magnética, a después de introducirlo en el interior de la bobina, otro estado representado con el número 1 o llamado saturación, con su máxima capacidad magnética.

8.2.3.6. Efecto Joule

En 1841 James Joule descubrió el efecto que se produce para generar calor. El calor es producido por una corriente eléctrica al circular por un conductor, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del recipiente.

Mediante la ley de Joule se puede determinar la cantidad de calor que es capaz de entregar una resistencia, esta cantidad dependerá de la intensidad de corriente que por ella circule y de la cantidad de tiempo que esté conectada [27].

En las ollas de cocinas es mayor la resistencia que el cobre por ende el flujo de electrones es mayor, expresándolo matemáticamente es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad de la corriente, a la resistencia y por el tiempo que dura en circular dicha corriente.

$$Q = I^2 * R * t \quad (6)$$

8.2.3.7. Profundidad de penetración

La densidad de corriente de Foucault no permanece constante a través de la profundidad de un material. La corriente alterna tiene la particularidad de agruparse en el exterior del conductor conocido como efecto piel, debido a que la densidad es mayor en la superficie y en el interior del mismo conductor se genera un campo magnético variable que produce las corrientes de inducción que tienen el mismo sentido de la parte exterior y contraria a la del interior; como consecuencia de esto, la corriente en el interior se anula y se refuerza en los bordes.

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\pi * \mu * f}} \quad (9)$$

Donde: ρ = resistividad [Ω/m]

μ = Permeabilidad magnética [H/m] ($\mu = \mu_o * \mu_r$)

f = Frecuencia [Hz]

8.2.4. Cocinas a Inducción

Una cocina de inducción es un artefacto electrónico que convierte la energía de suministro eléctrica en calor. La cocina de inducción es totalmente diferente a las demás cocinas desarrolladas, ya que utiliza la inducción electromagnética para generar el calor directamente en la base de la olla o recipiente de metal ferromagnético.

8.2.4.1. Calentamiento por Inducción

La Fig. 6 el generador electrónico proporciona energía a la bobina (inductor) que produce un campo electromagnético (CEM) de alta frecuencia. Este campo electromagnético producido penetra el recipiente (de material ferromagnético) y crea una circulación de corriente eléctrica que genera calor, por lo que el calor creado en el recipiente se transfiere al contenido que se encuentra en su interior. El CEM no afecta nada fuera del recipiente, en cuanto se retira el recipiente de la cocina se interrumpe la producción de calor debido al campo electromagnético generado no atraviesa ningún recipiente [28].

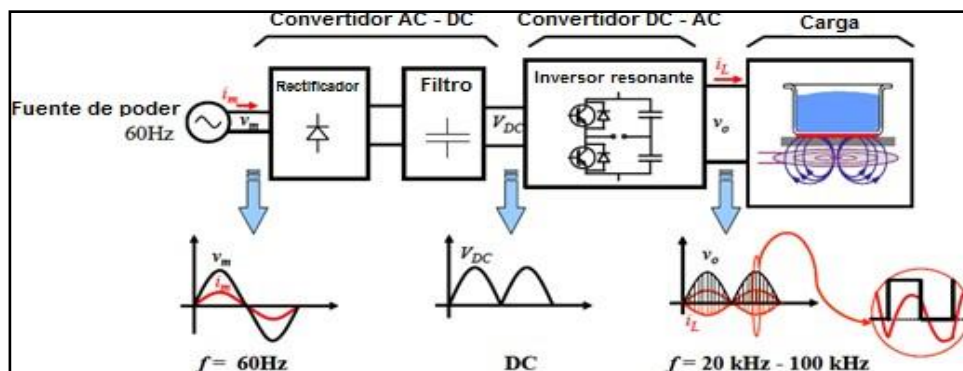


Fig. 6: Representación esquemática de una cocina de inducción [28].

8.2.4.2. Procesamiento de calor de superficie

Considerando que la cocina de inducción es un tipo de cocina vitro cerámica, cuyo elemento principal está ubicado debajo de la zona de cocción, es una bobina plana de cobre y con forma de espiral, por la que se hace pasar una corriente eléctrica I de frecuencia variable (20-100 kHz), la misma que genera una densidad de flujo magnético alterno, con la misma frecuencia con la que varía la corriente en la bobina. Debido a que la bandeja (cacerola, olla, sartén, etc.) que se asienta en la zona de cocción, está muy cerca a la bobina espiral, el campo magnético producido, será aproximadamente el mismo en toda la región como se detalla en la Fig. 7; y estará dado por la siguiente expresión [29].

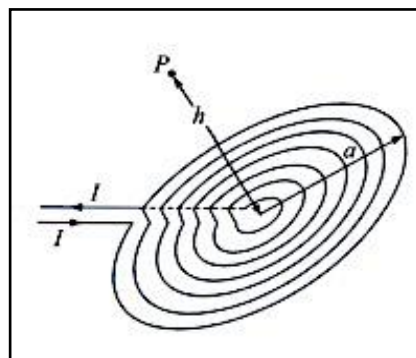


Fig. 7: Campo Magnético [29].

$$B(P) = \sum_{i=1}^N \frac{uoi(ai)^2}{2N^2[h^2 + (\frac{ai}{N})^2]^{3/2}} u_z \quad (10)$$

Dónde:

a: es el radio de la bobina plana de cobre y con forma de espiral

h: es la altura por encima de la bobina a la cual se está determinando la densidad de flujo magnético

N: es el número de espiras o de vueltas que tiene la precita bobina asumiendo que se encuentra uniformemente distribuidas y que cada espira o vuelta es una espira circular perfecta

I: es el elemento espira circular perfecta

8.2.4.3. Principio de funcionamiento de Cocinas a Inducción

Este Campo Magnético, no provoca interacción alguna si no está presente algún conductor eléctrico. Los recipientes que se utiliza en las placas de inducción deben estar contruidos de materiales metálicos que tengan una excelente conductividad eléctrica, tomando en cuenta que la resistencia eléctrica del recipiente sea muy pequeña, lo cual posibilita la circulación interna de las llamadas corrientes inducidas. Adicionalmente, estos materiales deben ser ferromagnéticos, con la finalidad de aprovechar la histéresis magnética, que es la propiedad que dichos materiales de presentar oposición al cambio de la densidad de flujo magnético [29].

El referido campo magnético atraviesa sin obstrucciones a través de la cubierta de material dieléctrico de la placa de cocción y penetra en la bandeja (olla, sartén, cazuela, etc.) que se asienta en la zona de cocción, creando una corriente circular en la base eléctricamente conductora de la cacerola (corrientes de Foulcault). Por la presencia de estas corrientes inducidas; y debido a la frecuencia que se está utilizando, se disipa energía en forma de calor por el efecto Joule, de manera elevada y rápida. Este principio detallado anteriormente se llama inducción magnética [29].

El campo alterno al ser forzado a ingresar en la capa externa de la base del recipiente; y en virtud de que la base del recipiente está contruida de un material conductor de excelente conductividad eléctrica, se incrementa la resistencia AC del material al incrementar la frecuencia de operación produciendo un intenso calor; haciéndose presente además el efecto piel; por el cual, la intensidad del campo difícilmente puede propagarse en este tipo de material y su intensidad decrece rápidamente.

De igual manera, dicho campo magnético alterno, dentro de la base del recipiente, también magnetiza y desmagnetiza repetidamente la referida materia, provocando de esta manera que las moléculas de hierro vibren entre 20 000 a 50 000 veces por segundo, y la fricción entre ellas produce un calor adicional (perdida por histéresis). La superposición del calor liberado por el efecto Joule, del calor liberado por el efecto pelicular y del calor debido a las pérdidas por histéresis es el que se emplea para la cocción de los alimentos como se puede observar en la Fig. 8.

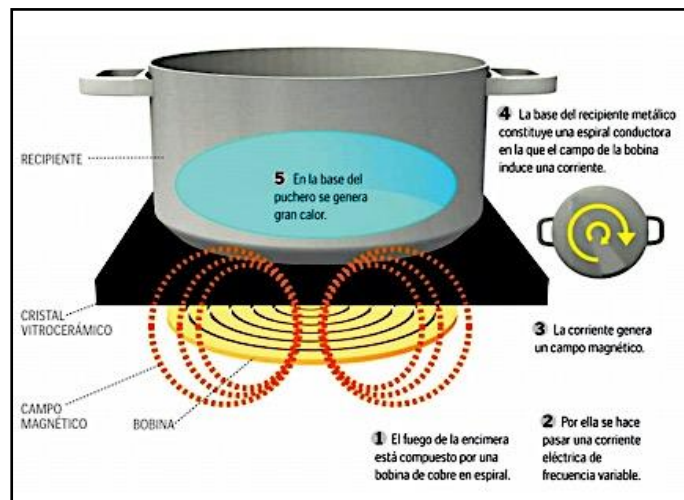


Fig. 8: Flujo magnético de las cocinas a inducción [29].

Estas corrientes inducidas generan gran calor en la base del recipiente, pero solo en el recipiente, ya que los materiales vitro cerámicos no son conductores y los campos magnéticos no provocan en ellos ninguna inducción. Esto supone que, al calentar el recipiente, este calienta la superficie de la hornilla. Todo funciona como una transferencia de energía de la red alcanzando el recipiente. Solo la cacerola se calienta, y solo hay consumo energético cuando el recipiente se encuentra sobre la vitro cerámica alcanzando la mayor eficiencia energética posible [29].

8.2.4.4. Etapas de la Cocina de Inducción

En la Fig. 9 se detalla cada una de las etapas que cumple una cocina a inducción, en primer lugar, una compatibilidad electromagnética (EMC) asegura que el convertidor de energía cumple con las normas electromagnéticas. Después de esto un convertidor AC-DC proporciona un bus DC para suministrar el bloque inversor.

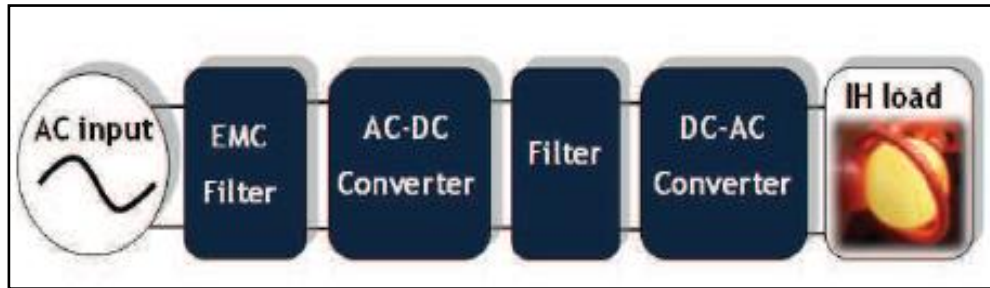


Fig. 9: Representación esquemática de una cocina de inducción [30].

La etapa rectificadora puede ser o bien una etapa no controlada, es decir rectificador de diodos, Esta última aplicación se utiliza para proporcionar un grado de libertad adicional para el sistema de control, y se puede implementar ya sea como un rectificador controlado de o como un rectificador de diodos además de un convertidor CC-CC. Dependiendo de las aplicaciones el convertidor de potencia DC-AC, también conocido como inversor, es el más importante y tiene que suministrar corrientes de frecuencia media para abastecer el inductor. La frecuencia de operación es generalmente mayor que 20 kHz con el fin de evitar el ruido audible y se eleva hasta 1 MHz dependiendo de la aplicación. Actualmente, la mayoría de los sistemas cuentan ya sea fuente de tensión o fuente de corriente inversores resonantes con el fin de obtener implementaciones eficientes y de alta potencia de densidad [30].

8.2.5. Partes de una cocina de inducción

8.2.5.1. Circuito de potencia

El circuito de potencia se puede observar en la Fig.10, es el encargado de convertir la corriente de entrada de frecuencia de 60 Hz en corriente de frecuencia de 24 kHz, esta conversión se hace por medio de un circuito resonante paralelo, un rectificador y un transistor IGBT [31].

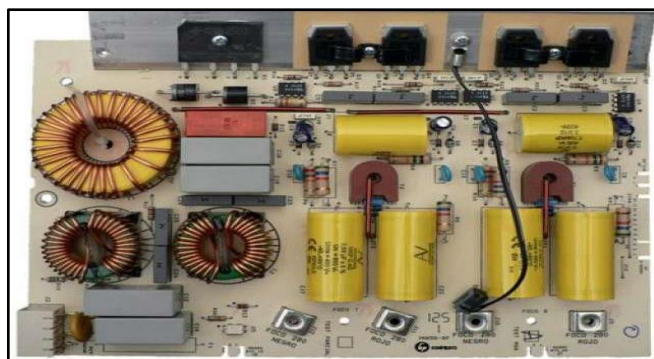


Fig. 10: Circuito de Potencia [31].

8.2.5.2. Circuito de control

En la Fig. 11 se puede apreciar el circuito de Control, en esta parte se realizan los controles para el adecuado funcionamiento de la cocina; es la interfaz que permite al usuario controlar las opciones que dispone la cocina de inducción, como el encendido, apagado, el nivel de potencia, la activación del temporizador por el tiempo que se requiere entre otras opciones.

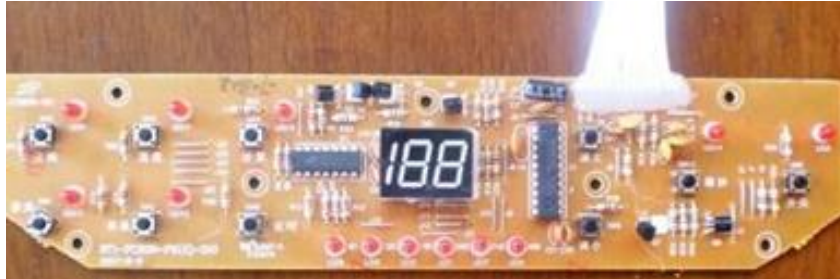


Fig. 11: Circuito de Control [31].

8.2.5.3. Bobina

La bobina de la Fig. 12, es el elemento principal de la cocina de inducción y se lo manufactura de forma plana por la unión de conductores de cobre electrolíticos aislados, su tamaño dependerá de la potencia de salida del inductor, la bobina se encuentra colocada sobre una base de papel como aislante y debajo de esta se encuentra los núcleos de ferrita los mismo que dirigen el flujo del campo magnético [31].



Fig. 12: Bobinas planas de la Cocina a Inducción [31].

8.2.5.4. Placa vitrocerámica

La placa de material vitrocerámica que se distingue en la Fig. 13 esta encarga de no permitir la transferencia de calor desde la olla hacia la parte interna de la cocina y se considera como un aislamiento térmico con lo que se disminuye las perdidas por conducción hacia el soporte dela cocina incluso mediante este aislamiento térmico se protege la parte interna de la bobina y los circuitos internos de la cocina [31].



Fig. 13: Placa Vitrocerámica.

8.2.5.5. Disipador de calor

La principal función del disipador de calor interno de la Fig. 14, de la cocina de inducción es disipar el calor generado desde los componentes electrónicos IGBT y el rectificador su funcionamiento se basa en la ley cero de la termodinámica, transfiriendo el calor de la parte caliente hacia el ambiente, los disipadores utilizados en las cocinas de inducción son construidos de aluminio y los componentes electrónicos son fijados por medio de pasta térmica para tener una mejor conductividad [31].

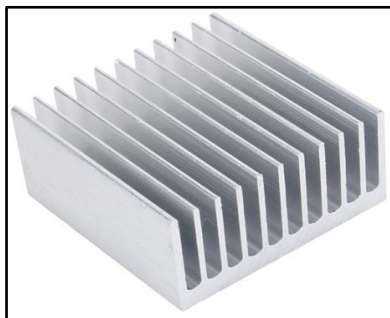


Fig. 14: Disipador de Calor Interno [31].

8.2.5.6. Ventilador

El ventilador como se aprecia en la Fig. 15 se encarga de aumentar el coeficiente de transferencia de calor por conversión forzada sobre el disipador de calor y en la bobina, para mantener la temperatura bajo condiciones de funcionamiento normales este sistema empieza a funcionar cuando se detecta calor excesivo en el circuito de potencia y en la estructura interna de la cocina [31].



Fig. 15: Ventilador de la Cocina a Inducción [31].

8.2.6. Radiación Electromagnética

La radiación electromagnética se caracteriza por su longitud de onda y su frecuencia. La diferencia entre los campos está en la frecuencia, ya que mientras más elevado sea la frecuencia mayor es la cantidad de energía que la onda transporta. [32]

Es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro. A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío.

Existen dos tipos de radiaciones electromagnéticas como se puede ver en la Fig. 16.

8.2.6.1. Radiaciones ionizantes.

Corresponden a las radiaciones de mayor energía (menor longitud de onda) dentro del espectro electromagnético. Tienen energía suficiente como para arrancar electrones de los átomos con los que interactúan, es decir, para producir ionizaciones [33].

Los rayos X, las ondas de radio, los rayos gamma, los rayos infrarrojos y la luz visible son los tipos más importantes de radiación electromagnética. Las radiaciones ordenadas de acuerdo con su longitud de onda (λ) conforman el espectro electromagnético. La longitud de onda de una onda electromagnética (λ) está relacionada con su frecuencia (f) y su velocidad de propagación (v).

8.2.6.2. Radiaciones no ionizantes

Son aquellas que no poseen suficiente energía para arrancar un electrón del átomo, es decir, no son capaces de producir ionizaciones, son de baja energía, es decir, no son capaces de ionizar la materia con la que interactúan [33].

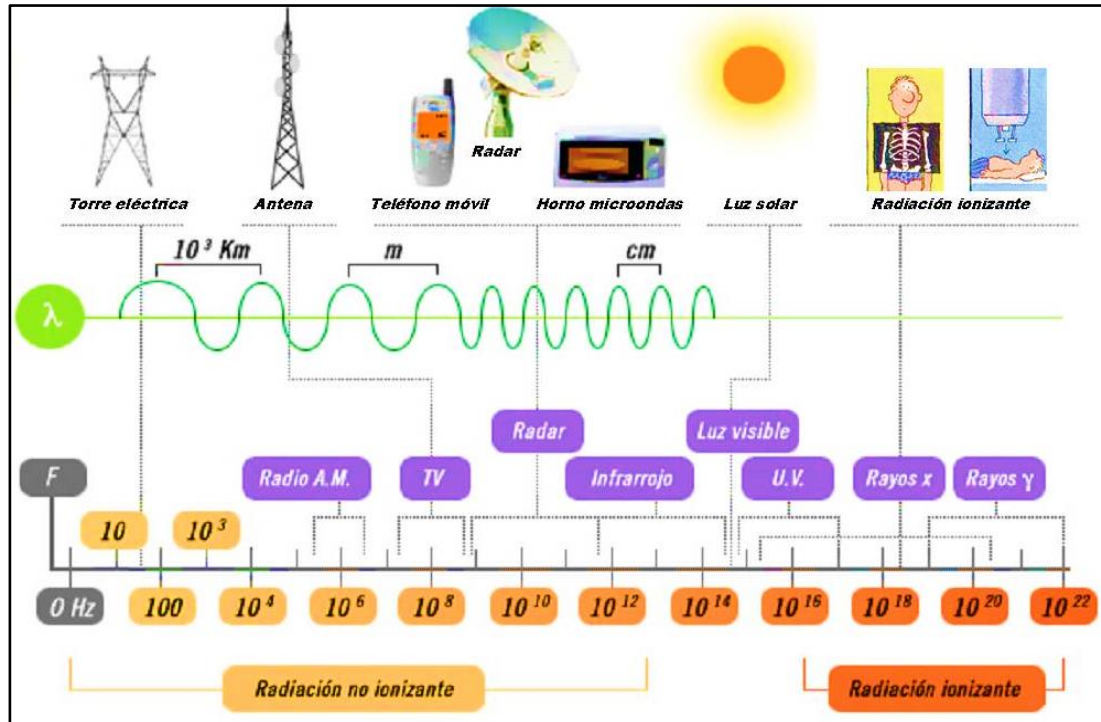


Fig. 16: Radiaciones Ionizantes y no Ionizante [33].

8.2.6.3. Comisión Internacional sobre las Protección contra Radiaciones No Ionizantes

La Comisión Internacional sobre las Protección Contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), es un organismo no gubernamental determinado por la Organización Mundial de la Salud, cuya función es la investigación de los peligros que se asocian con las diferentes formas de radiaciones no ionizantes (RNI) y así proporcionar protección contra efectos adversos a la salud conocidos, mediante la publicación de recomendaciones internacionales para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (CEM).

8.2.7. Equipo de medición EMF 450 de campos múltiples

En la Fig. 17 el EMF450 es un práctico medidor 3 en 1 que mide y muestra simultáneamente el campo magnético, el campo eléctrico y la intensidad de radiofrecuencia. Diseño ergonómico de bolsillo con un menú fácil de navegar. La gran pantalla TFT de colores vivos muestra lecturas digitales, gráficos de barras y gráficos de tendencias. Mediciones de intensidad de campo magnético, campo eléctrico y radiofrecuencia (RF). Almacena hasta 20 registros históricos de RF. Retención de datos y apagado automático con función de desactivación. Completa con 3 baterías AAA y cable de alimentación USB [34].



Fig. 17: Medidor EMF 450 [34].

8.2.7.1. Características Principales del EMF 450

- Mediciones multicampo: Campo magnético, campo eléctrico y fuerza de radiofrecuencia (RF)
- Sensor de campo magnético de triple eje (X, Y, Z)
- Retención de datos (HOLD)
- Alarma audible
- Pantalla a color TFT de 2,4" (240 x 320 píxeles)
- Brillo de pantalla ajustable (bajo, medio, alto)
- Almacenar hasta 20 registros históricos de RF
- Selección de unidades magnéticas: Gauss (mG) o Tesla (mT)
- Retención de datos, apagado automático con función de desactivar
- Cinco idiomas: inglés, chino simplificado/tradicional, japonés, español
- Completo con 3 baterías AAA y cable de alimentación USB

8.2.7.2. Consideraciones sobre medición

1. Sostenga el medidor con el brazo extendido.
2. Apunte el frente del medidor hacia la fuente de tensión.
3. Sostenga el medidor firme durante la medida.
4. Haga varias mediciones en varios lugares del centro de trabajo u otras áreas de interés. Esto es de particular importancia si desconoce las condiciones del campo.
5. Preste atención especial a medir los alrededores próximos buscando posibles fuentes de radiación. Aparte de las fuentes activas, esos componentes conectados a una fuente pueden también actuar como radiadores. Por ejemplo, los cables usados en equipo diatérmico pueden

también radiar energía electromagnética. Observe que los objetos metálicos dentro del campo pueden concentrar o amplificar localmente el campo de una fuente lejana.

8.2.8. Enfermedades producidas por las radiaciones electromagnéticas

8.2.8.1. Efectos a corto plazo

Se establecido que la exposición aguda a niveles elevados (muy por encima de las 100 μT) tiene efectos biológicos, atribuibles a mecanismos biofísicos conocidos. Los campos magnéticos externos ELF originan en el cuerpo humano corrientes y campos eléctricos que, si la intensidad del campo es muy elevada, causan estimulación muscular, así como cambios en la excitabilidad neuronal del sistema nervioso central, sensaciones dolorosas. De hecho, los principales estándares vigentes basan sus niveles de exposición en los efectos a corto plazo, y la OMS afirma que dichas recomendaciones proporcionan una protección adecuada frente a tales efectos. Sin embargo, no sucede lo mismo para los efectos a largo plazo, siendo éste el punto principal de las investigaciones actuales [35].

8.2.8.2. Efectos a largo plazo

Buena parte de las investigaciones científicas sobre los riesgos a largo plazo asociados a la exposición a campos magnéticos ELF se han centrado en la leucemia infantil.

En 2002, el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer [o] (International Agency for Research on Cancer, IARC) publicó un estudio monográfico en el que los campos magnéticos ELF se calificaban como “posiblemente carcinógenos para las personas”.

La calificación en cuestión se estableció sobre la base de análisis conjuntos de estudios epidemiológicos que demuestran un cuadro sistemático de aumento al doble de la leucemia infantil, asociada a una exposición media a campos magnéticos de frecuencia de red doméstica (50-60 Hz) superior a 0.3 μT – 0.4 μT .

Los análisis se han centrado en varios tipos de cáncer infantil, diversos tipos de cáncer en adultos, la depresión, el suicidio, trastornos cardiovasculares, disfunciones reproductivas, trastornos del desarrollo, modificaciones inmunológicas, efectos neuroconductuales, enfermedades neurodegenerativas [35].

8.2.8.3. Neurocomportamiento

Los estudios del neurocomportamiento abarcan los efectos de la exposición del sistema nervioso a los campos electromagnéticos y sus respuestas a diferentes niveles. Éstos incluyen

estimulación directa de los tejidos nerviosos, efectos de percepción producidos por estimulación sensorial, y efectos en funciones del sistema nervioso central [35].

El sistema nervioso juega un papel fundamental en el control de otros sistemas del cuerpo, particularmente en el sistema cardiovascular, a través de un control directo, y del sistema endocrino. El cerebro y el sistema nervioso funciona utilizando señales eléctricas, por lo que esta acción puede considerarse vulnerable a los campos ELF.

La función de la retina, que forma parte del SNC, puede verse afectada por la exposición a campos magnéticos ELF mucho más débiles que los causantes de una estimulación directa de los nervios, lo que da lugar a una sensación de destellos luminosos.

8.2.8.4. Sistema neuroendocrino

Considerados en conjunto, estos datos nos indican que los campos eléctricos y/o magnéticos de ELF afectan al sistema neuroendocrino de manera que se produzcan efectos perjudiciales en la salud humana y enfermedades como por ejemplo el cáncer de mama [35].

8.2.8.5. Trastornos neurodegenerativos

Un conjunto de estudios ha examinado las asociaciones entre la exposición a los campos electromagnéticos y la enfermedad del Alzheimer, enfermedades asociadas con las neuronas como la esclerosis, y el Parkinson [35].

8.2.8.6. Trastornos cardiovasculares

Las personas con marcapasos no pueden estar expuestas a los campos magnéticos ya que estas inducen corrientes al cuerpo, lo que puede ocasionar daño al funcionamiento del corazón.

8.2.8.7. Cáncer

La posibilidad de que la exposición a campos ELF incremente el riesgo de cáncer ha sido objeto de investigación de numerosos estudios epidemiológicos y experimentales durante las dos últimas décadas, y ha tenido importantes revisiones por parte de grupos expertos a nivel internacional [35].

La asociación entre la leucemia infantil y la exposición residencial a campos magnéticos ELF fue identificada por primera vez por Wertheimer y Leeper, y posteriormente ha sido apoyada por algunos estudios epidemiológicos. Estas investigaciones han llevado a que la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) clasifique a los campos magnéticos ELF como “posiblemente carcinógenos para los seres humanos” [35].

8.2.8.8. Daños en los Fetos

En el estudio suizo Exposure of the Human Body to Professional and Domestic Induction Cooktops publicado en la prestigiosa revista científica BioElectroMagnetic los investigadores después de examinar 16 cocinas de inducción confirman que los niveles de campos electromagnéticos al que se encuentra el feto de las embarazadas cuando están usando la cocina de inducción puede causar daños neuronales al futuro bebe [14].

9. HIPÓTESIS

Las radiaciones electromagnéticas producidas por las cocinas a inducción comercializadas a nivel nacional cumplirán con las condiciones de ensayo para placas de inducción A.3 de la normativa IEC 62233.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Metodología de Investigación

10.1.1. Investigación descriptiva: para la descripción del funcionamiento y componentes que conforman la cocina de inducción, así como también dar a conocer cuándo y mediante qué programa se incorporaron dichas cocinas en el Ecuador, a su vez conocer cuales marcas están comercializando a nivel nacional y sobre todo analizar los niveles de radiación que emiten estas cocinas. Todos los puntos mencionados sean realizados en base a una revisión documental tanto nacional como internacional, debido a que, en el país, el tema de estudio no existe mucha información por lo que se ha tomado como guía estudios de otros países.

10.1.2. Investigación correlacional: se utiliza para la medición de las radiaciones electromagnéticas producidas por las cocinas de inducción, y relacionar estos valores obtenidos en base a un procedimiento de medición e indicar en qué puntos dichos datos superan los valores establecidos por la normativa IEC 62233, mientras más altos sean estos valores más riesgos corren las personas que se encuentran expuestas a las cocinas de inducción.

10.1.3. Investigación explicativa o causal: para la determinación de nuestra hipótesis que se enfoca en las cocinas de inducción comercializadas en el Ecuador a su vez nos ayuda para cumplir con la hipótesis a través del método de medición planteado en este documento con la finalidad de establecer conclusiones que si estos valores obtenidos están dentro o sobrepasan el límite de las radiaciones electromagnéticas establecido por la normativa IEC 62233.

10.1.3. Investigación histórica: para el desarrollo de una base de datos de las marcas de cocinas de inducción más comercializadas se empleará este tipo de investigación conociendo que marcas fueron más vendidas y así establecer hasta la actualidad que marcas fueron las más comercializadas, llegando a determinar sus principales características de construcción.

10.1.4. Investigación teórica conceptual: Para el desarrollo del marco teórico se utilizó este tipo de investigación, con la cual se dio a conocer los principios de calentamiento de inducción, las normativas que indica sobre los niveles de radiaciones electromagnéticas, así como para el desarrollo de nuestro tema de investigación se basa en la revisión de documentos, revista, estudios realizados de fuentes confiables de otros países, que nos sirve como guía para realizar dicho estudio en nuestro país.

10.1.5. Investigación experimental: Se aplica para las correspondientes medidas del campo electromagnético en las cocinas de inducción basándonos en el método de medición planteado en este documento y en la base a las marcas de cocinas determinas a medir, se utilizará el detector radiaciones electromagnéticas EMF450.

10.2. Métodos de investigación

10.2.1. Método Analítico: Este método permite analizar el comportamiento y las propiedades de los elementos que conforman una cocina de inducción a su vez identificar el efecto electromagnético de Faraday y Joule que genera calentamiento, por inducción de las corrientes eléctricas.

10.2.2. Método Sintético: Este método se relaciona con el tema en el aspecto del funcionamiento de los campos magnéticos de las cocinas a inducción las cuales producen una corriente eléctrica en una espira cerrada con una sola dirección que se opone al cambio del flujo magnético.

10.2.3. Método Deductivo: Los campos magnéticos provocan radiaciones electromagnéticas y estas su vez son perjudiciales para la salud de las personas vulnerables, que están en constante contacto con las cocinas a inducción como es el caso de las mujeres embarazadas que pueden ser perjudiciales de forma permanente.

10.2.4. Método Hipotético: Podemos determinar que mediante una metodología matemática de campo electromagnético de inducción obtendremos las mediciones estandarizadas de las radiaciones electromagnéticas para dar a conocer si cumplen con los límites establecidos por la norma.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1. Protocolo de Medición según la norma IEC-62233

Las medidas de los campos electromagnéticos producidos por las cocinas de inducción deben regirse a la norma IEC-62233 que tiene como nombre métodos de medición para campos electromagnéticos de electrodomésticos y aparatos similares en relación con la exposición humana para un rango de frecuencia de 10 Hz hasta 400 kHz, dentro de esta norma se establece parámetros que se deben de tomar en cuenta para dichas mediciones.

1. Para los campos magnéticos transitorios será con una duración inferior a los 200 ms [11].
2. Si en el proceso de la medición por algún motivo se produce un movimiento del equipo de medición o del artefacto a medir, el proceso de medición deberá ser repetido [11].
3. El equipo de medición debe de tener un nivel de ruido máximo del 5 % del valor límite, cualquier valor medido por debajo del nivel máximo de ruido es aceptable [11].
4. Durante el proceso de medición el equipo debe mantenerse firme [11].
5. El tiempo de respuesta para que el equipo de medición alcance el 90 % del valor final, no debe ser mayor a 1 s [11].
6. La densidad de flujo magnético se determina mediante un tiempo promedio de 1s [11].

11.1.1. Distancia para realizar el proceso de medición según la norma IEC-62233

La norma establece que para cada zona de cocción las mediciones se realicen a lo largo de cuatro líneas verticales que se encuentran definidas por las siguientes letra (A, B, C, D), que representan a sus respectivos bordes como son lado izquierdo (B), lado derecho (C), parte frontal (A) y parte posterior (D) lo que determina la respetiva norma es realizar el proceso de medición a una distancia de 30 cm, Por otra parte para se adiciona otras dos medidas como son por encima de la zona de cocción se la realizara hasta 100 cm, y 50 cm por debajo de ella [11], como se puede observar en la Fig. 18.

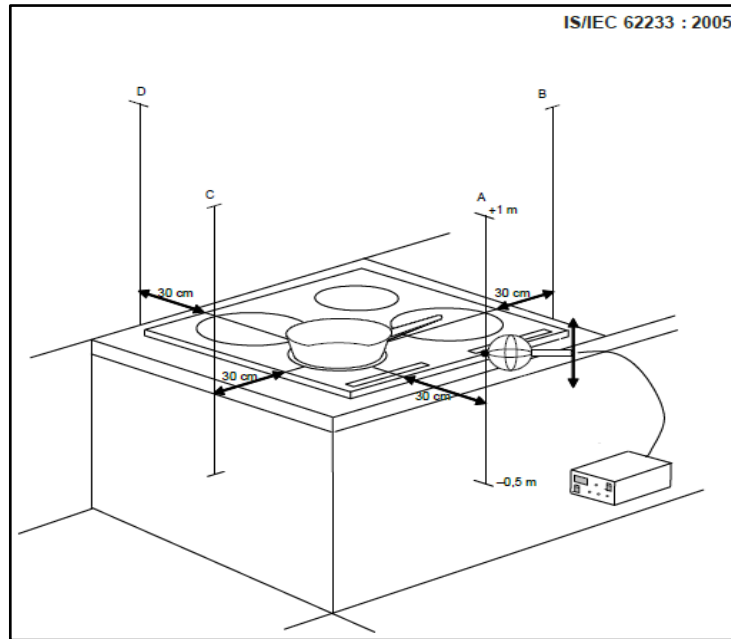


Fig. 18: Puntos de medición establecido por la norma IEC-62233 [11].

Procedimiento según la norma IEC-62233

1. Se utilizará un recipiente de cocina de acero esmaltado, aproximadamente medio lleno con agua del grifo se coloca centralmente en la zona de cocción a medir.
2. Las unidades de calentamiento por inducción se accionan a su vez, las otras zonas de cocción no deben estar cubiertas.
3. Ajustar el regulador de energía a su máximo.
4. Las mediciones se realizan después de que se alcanzan condiciones de operación estables.
5. Si no se llega a unas condiciones estables, un tiempo de observación apropiado (por ejemplo, 30 s) se puede definir para estar seguro de obtener la máxima expresión. Valor en fuentes de campo fluctuantes.

11.2. Procedimiento propuesto por los autores

11.2.1. Distancias para el procedimiento propuesto por los autores

Para realizar una investigación más profunda, los autores observaron el dimensionamiento de la carcasa así como de la posición del montaje de la placa de cocción esto se debe a los diferentes modelos de cocinas de inducción que se van a evaluar, teniendo en cuenta que la norma determina que las mediciones son desde el borde de la cocina hacia fuera, para nuestro estudio se realizara las medidas desde el centro del inductor hacia fuera Por este motivo se aplicara medidas de 30cm, 60cm, 100cm, como se observa en la Fig. 19 debido que mientras la cocina

está siendo utilizada en la cocción de algún alimento las personas se encuentran circulando a esa distancia de la cocina esto se realizara, por cada línea vertical antes mencionada y por cada zona de cocción.

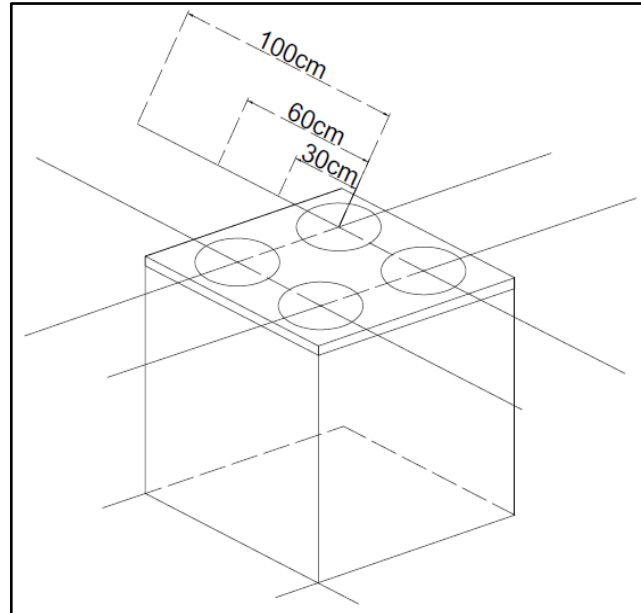


Fig. 19: Puntos de medición desde el centro del inductor

Por cada distancia descrita anteriormente se marcará un punto de medición tomando en cuenta sus respectivos bordes como se indica en la Fig. 20.

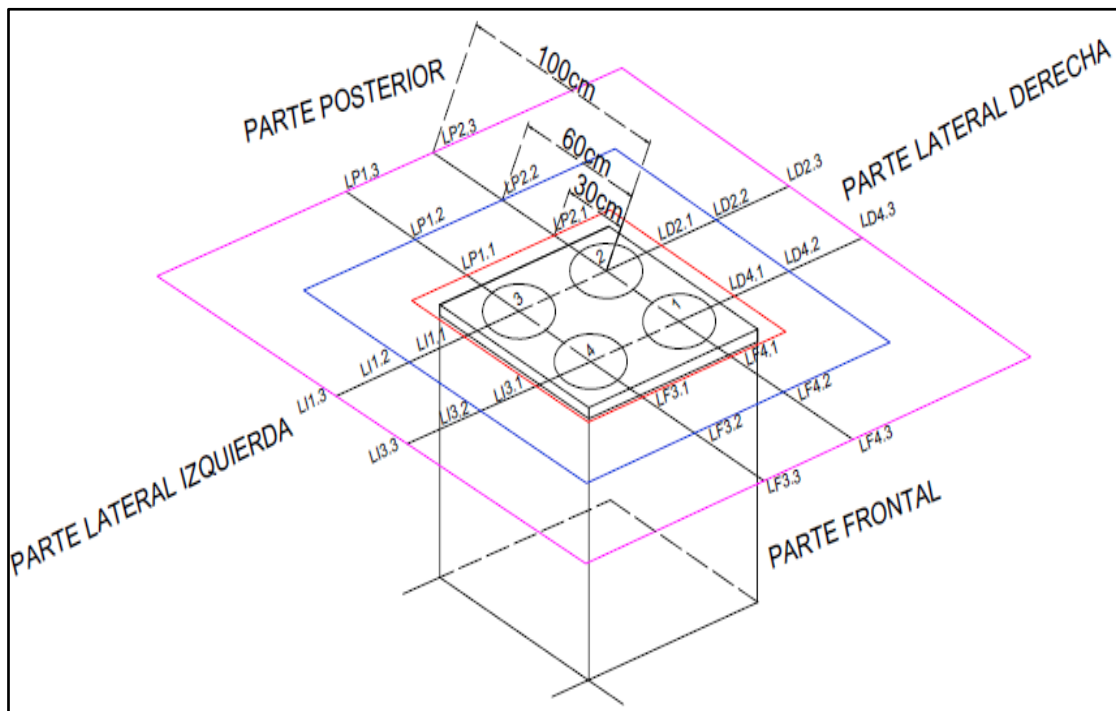


Fig. 20: Nomenclatura de los puntos de medición

De igual manera se adiciona dos medidas como son, por encima de la zona de cocción se la realiza a 100cm y 50 cm por debajo de ella como se puede observar en la Fig. 21.

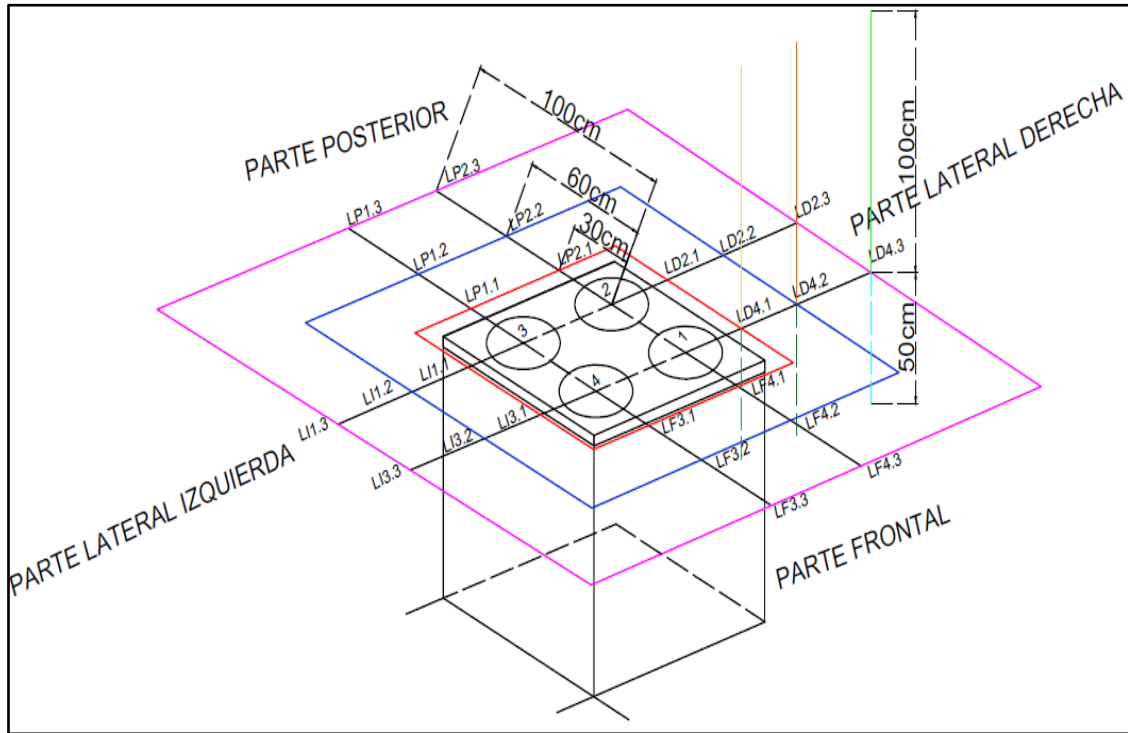


Fig. 21: Punto de medición de la parte superior e inferior

11.2.2. Zonas de cocción

En esta parte el proceso de medición se relazará de la siguiente manera:

1. Se aplicará según la potencia de la cocina de inducción que será de la siguiente manera: potencia mínima, potencia media y potencia máxima de acuerdo a cada modelo y fabricante que se vaya a evaluar.
2. Se aplicará todas las distancias antes menciona por cada zona de cocción individualmente de acuerdo al número de inductores que posea el modelo de cocina a evaluar.

A 30cm como se indica en la siguiente Fig. 22.

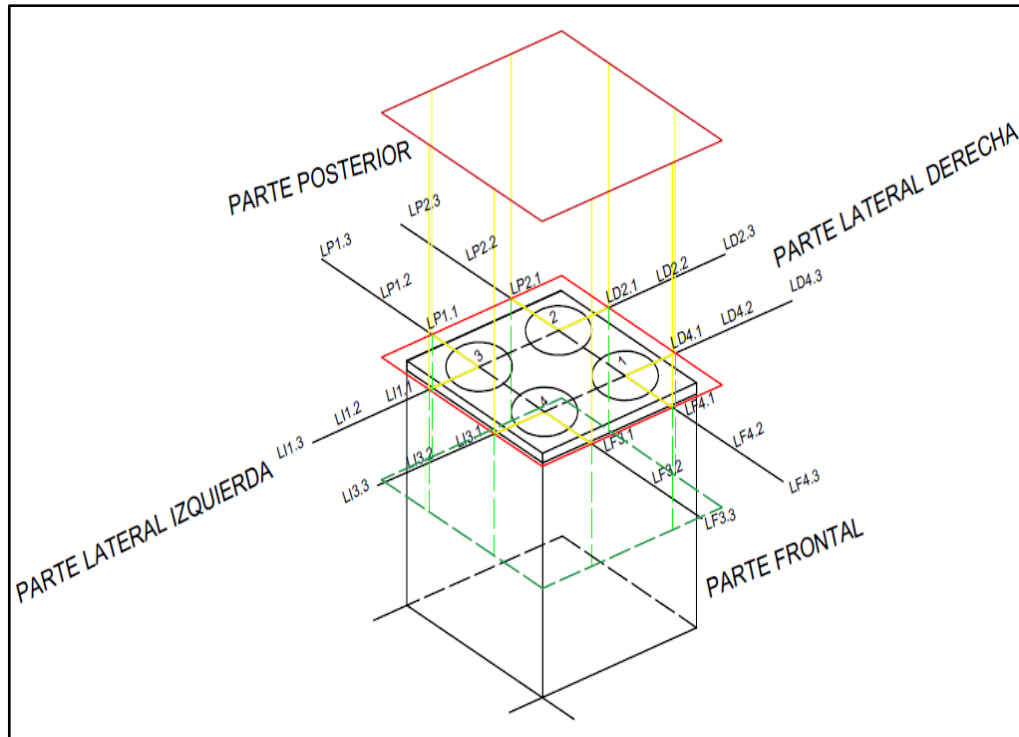


Fig. 22: Puntos de medición a 30cm desde el centro del inductor o quemador

A 60cm como se indica en la siguiente Fig. 23.

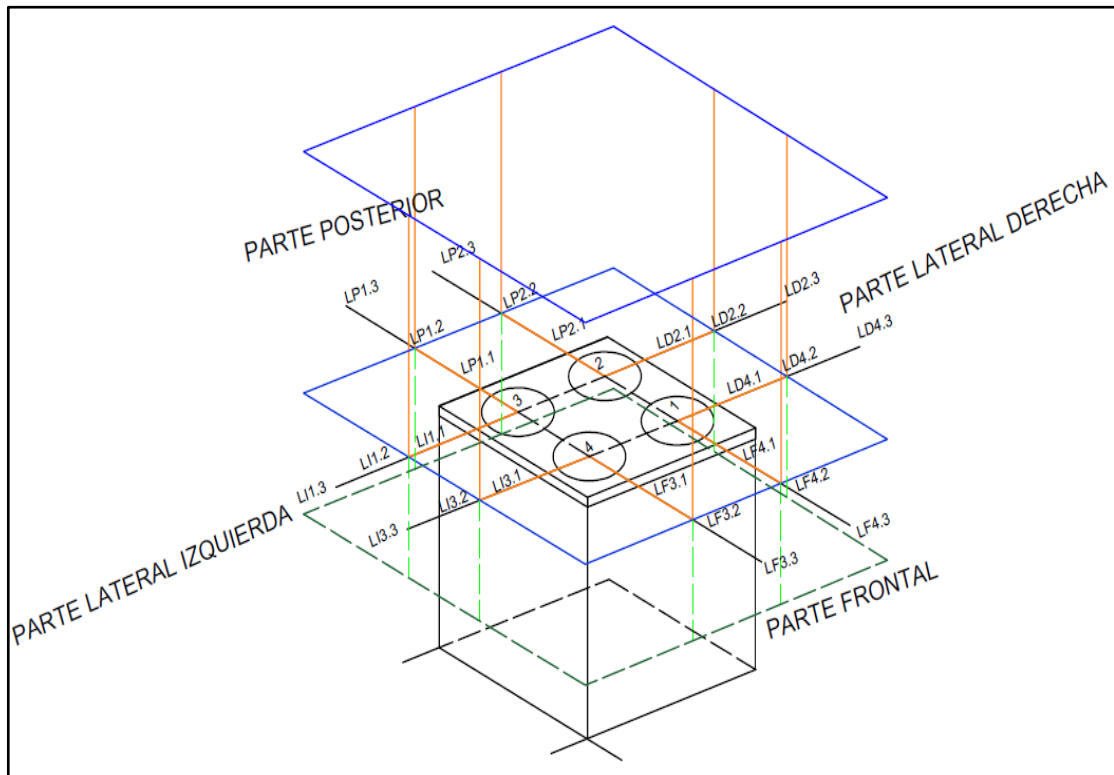


Fig. 23: Puntos de medición a 60cm desde el centro del inductor o quemador

A 100cm como se indica en la Fig. 24.

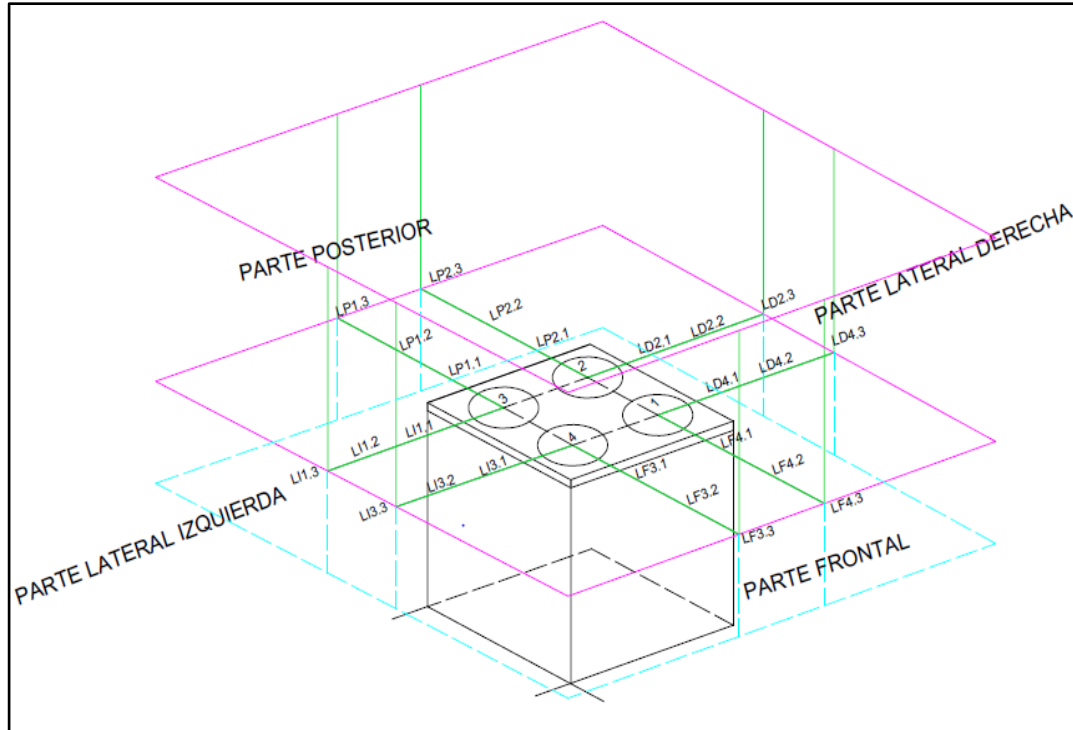


Fig. 24: Puntos de medición a 100cm desde el centro del inductor o quemador

Por último, se presenta todas las medidas que se van a realizar como se indica en la Fig. 25.

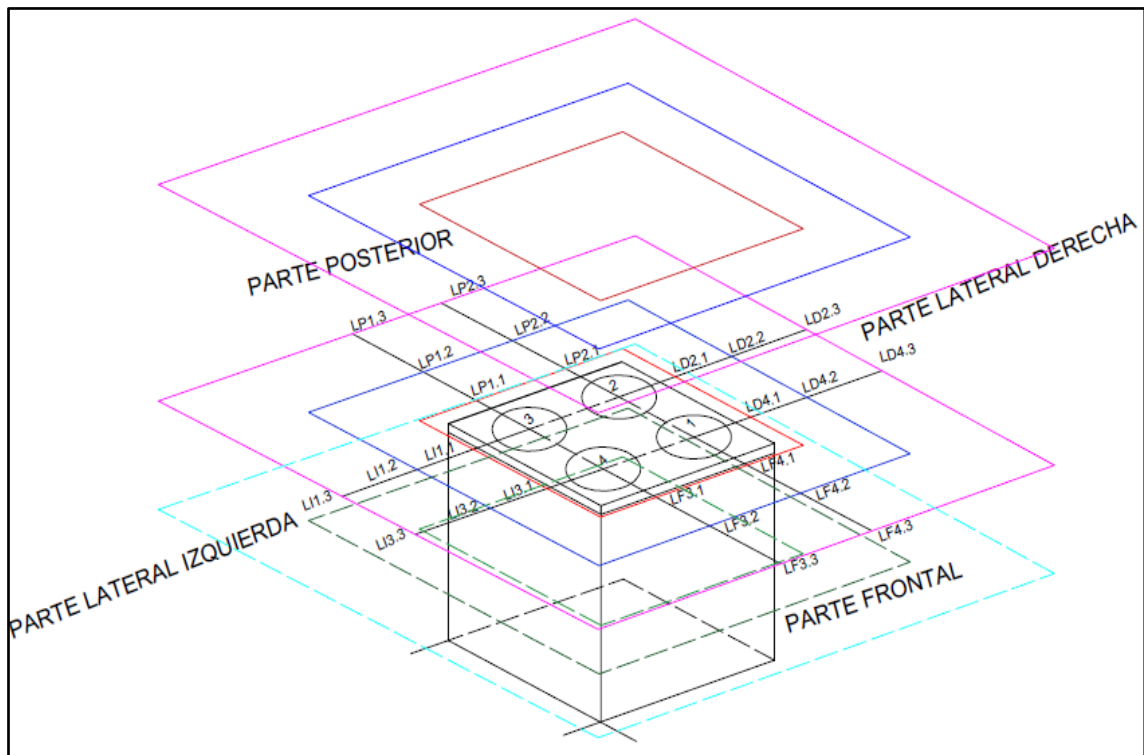


Fig. 25: Representación de todos los puntos a medir

3. También se aplicará por zona de cocción acumulativa es decir de la siguiente manera se establecerá una cocina de inducción de 4 inductores:

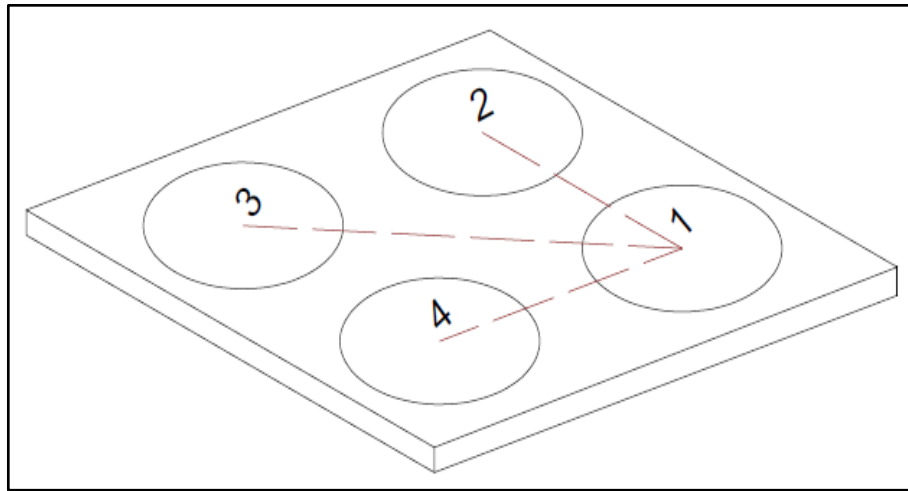


Fig. 26: Combinaciones

En este punto se establecerán combinaciones de inductores como se indica a continuación

Tabla 2. Número de combinaciones

Inductor N°1	Inductor N°2	Inductor N°3	Inductor N°4
1.2	2.1	3.1	4.1
1.3	2.3	3.2	4.2
1.4	2.4	3.4	4.3

11.2.3. Proceso de la medición propuesto por los autores

1. Se utiliza un recipiente de cocina de acero esmaltado, aproximadamente medio lleno de agua de grifo este se lo coloca en toda la zona central de la zona de cocción a medir [11].
2. Se debe identificar cuáles son los niveles de potencias que posee la cocina, para poder aplicar la potencia mínima, potencia media y potencia máxima, esto va a variar según el modelo y el fabricante de la cocina de inducción. (Ej. posee 9 niveles, $P_{min}=1$ nivel, $P_{med}=5$ niveles, $P_{max}=9$ niveles.).
3. Como se mencionó anteriormente se realiza de manera individual y de acuerdo al número de inductores que posea la cocina a medir, se toma tres medidas por cada borde de la cocina llegando con un total de 12 mediciones, a esto se incluirá dos mediciones las cuales son por encima y debajo de la zona de cocción cumpliendo con un total de 24 mediciones por inductor, estas mediciones se tomarán en intervalos de 15 s.

4. Para establecer un orden medición se realiza de la siguiente manera:

Parte frontal.

Parte lateral derecha.

Parte lateral izquierda.

Parte posterior.

Por encima.

Por debajo.


11.3. Discusión de Resultados según la norma IEC-62233

Medidas en base a lo establecido por la norma IEC-62233

En el presente trabajo de investigación se efectuó las respectivas mediciones de acuerdo a lo establecido por la norma IEC-62233, dichas medidas se realizar con el medidor electromagnético multicampo EMF 450 procediendo a tomar tres medidas en sus diferentes puntos con su potencia máxima de 9 niveles para luego determinar una sola medida con el cálculo de su promedio y finalmente representarlos en gráficos estadísticos, cuyo valor del campo magnético según la norma debe ser $6.25 \mu\text{T}$.

11.3.1. Especificaciones técnicas de la Marca “A”

Tabla 3. Especificaciones técnicas de la Marca “A”

Dimensiones(cm.)	Alto: 94 cm.	
	Ancho 60 cm.	
	Profundidad: 58 cm.	
Características	Control digital	
	9 niveles de potencia + Booster	
	Sensores inteligentes	
	Temporizador	
	Grill eléctrico	
	Bloqueo de funciones	
	Sensor de bloqueo de sobrecalentamiento	
	Luz en el interior	
	Parrilla autodeslizable en el horno	
	Doble vidrio templado en el horno	
	Timer mecánico	
Vidrio vitro cerámico de fácil limpieza y alta resistencia		
Disponible en Croma		
Inductores	1: 14,5 cm / 1200 W con booster 1600 W	
	2: 14,5cm / 1200 W con booster 1600 W	
	3: 21 cm / 1500 W con booster 2000 W	
	4: 14,5 cm /1200 W con booster 1600 W	

11.3.1.1. Medidas Obtenidas de la marca “A” según la norma IEC-62233

En la Tabla 4 se da a conocer los valores promediados, de las tres medidas realizadas en la marca “A” en su máxima potencia considerando que es el nivel 9, tomando en cuenta sus cuatro vértices durante 30 s, dando cumplimiento con la normativa internacional, seguidamente observamos las figuras y los gráficos estadísticos del campo magnético analizados a cada uno de los inductores o quemadores.

Tabla 4. Valores Promediados de la Marca “A”

 Universidad Técnica de Cotopaxi		Tabla De Datos		 Ingeniería Eléctrica	
		Campo Magnético			
Marca	Marca "A"	Fecha	18/6/2019		
Potencia	9	Potencia Máxima	9		
N° De Inductores	Inductor 1	Inductor 2	Inductor 3	Inductor 4	
PARTE FRONTAL					
LF (30cm)	0.32	0.15	0.09	0.33	
P.S(100cm)	0.05	0.04	0.03	0.03	
P.I(50cm)	0.06	0.07	0.02	0.11	
PARTE LATERAL DERECHO					
L.D (30cm)	0.48	0.55	0.10	0.14	
P.S(100cm)	0.06	0.04	0.03	0.03	
P.I(50cm)	0.05	0.09	0.03	0,08	
PARTE LATERAL IZQUIERDA					
L.I (30cm)	0.13	0.14	0.49	0.56	
P.S(100cm)	0.03	0.04	0.05	0.03	
P.I(50cm)	0.07	0.05	0.03	0.10	
PARTE POSTERIOR					
L.P (30cm)	0.18	0.56	0.42	0.11	
P.S(100cm)	0.02	0.03	0.08	0.03	
P.I(50cm)	0.15	0.06	0.04	0.09	

11.3.1.2. Inductor o Quemador N°1 de la marca “A”

Gráfico 1. Valores Obtenidos del Inductor N°1 de la marca “A”

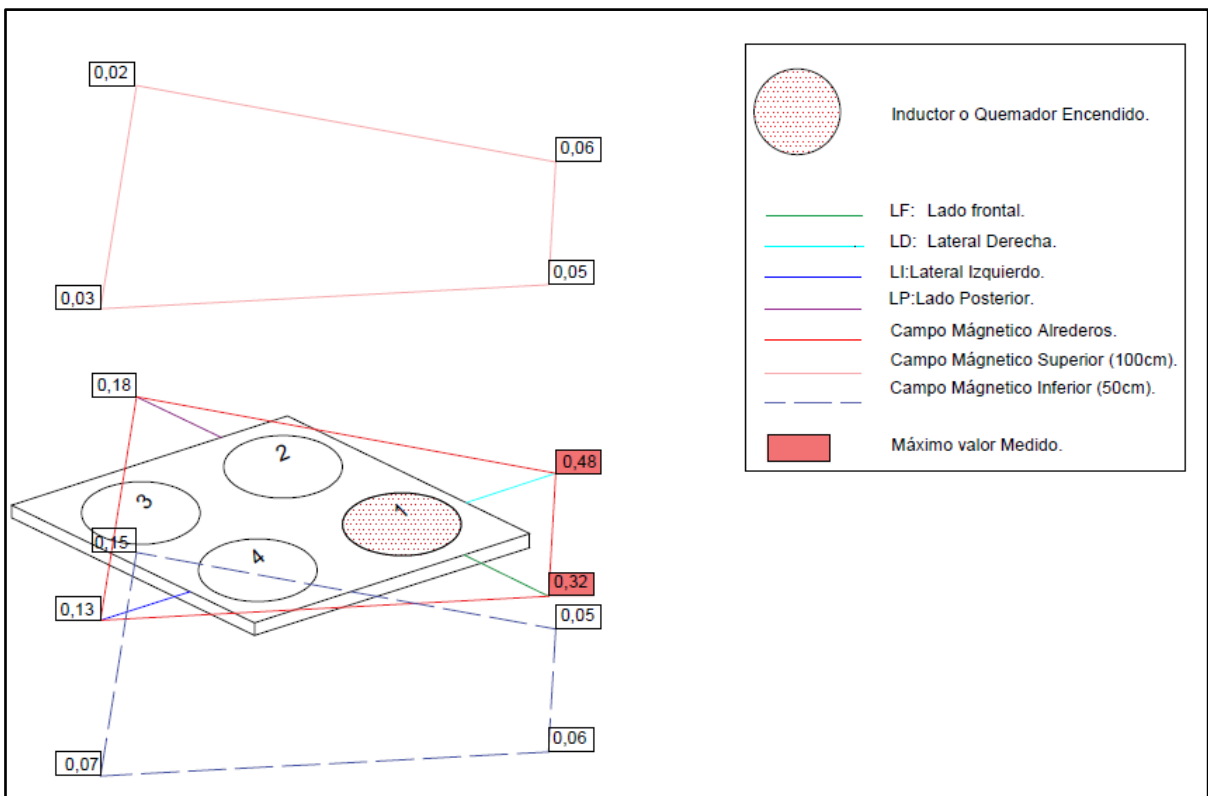
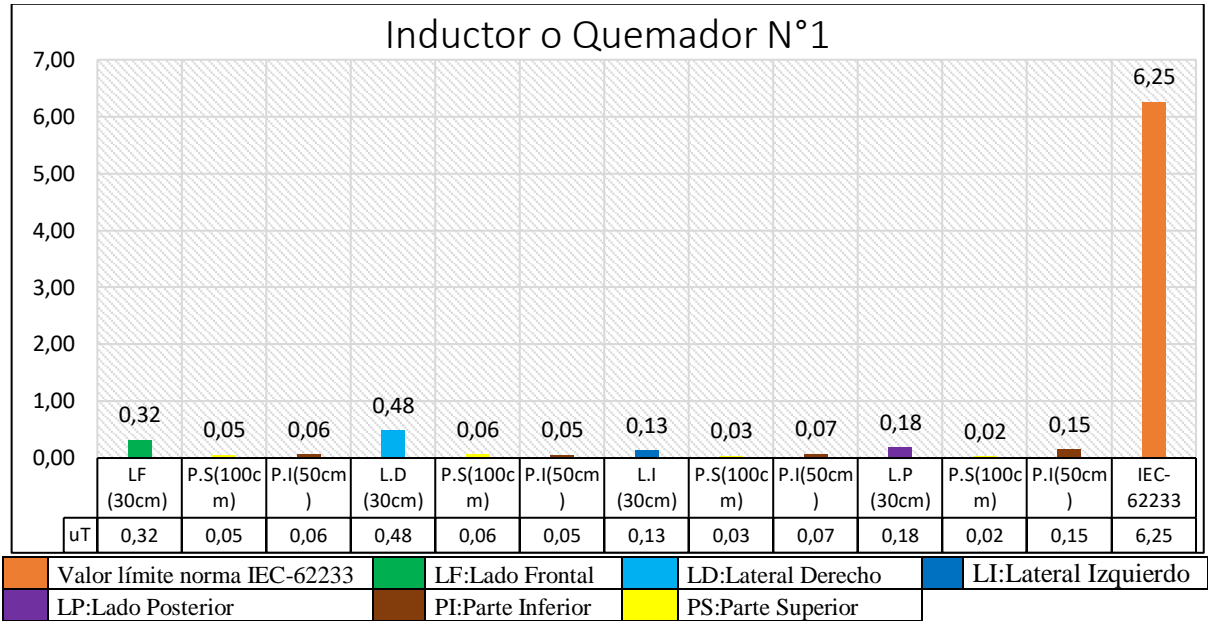


Fig. 27: Campo magnético referente al inductor N°1 de la marca “A”

Los valores promediados obtenidos de la marca “A” del inductor 1, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, obteniendo dos puntos con sus valores máximos, Fig. 27 en el lado frontal de 0.32 μ T y en el parte lateral derecho es de 0.48 μ T.

11.3.1.3. Inductor o Quemador N°2 de la marca “A”

Gráfico 2. Valores Obtenidos del Inductor N°2 de la marca “A”

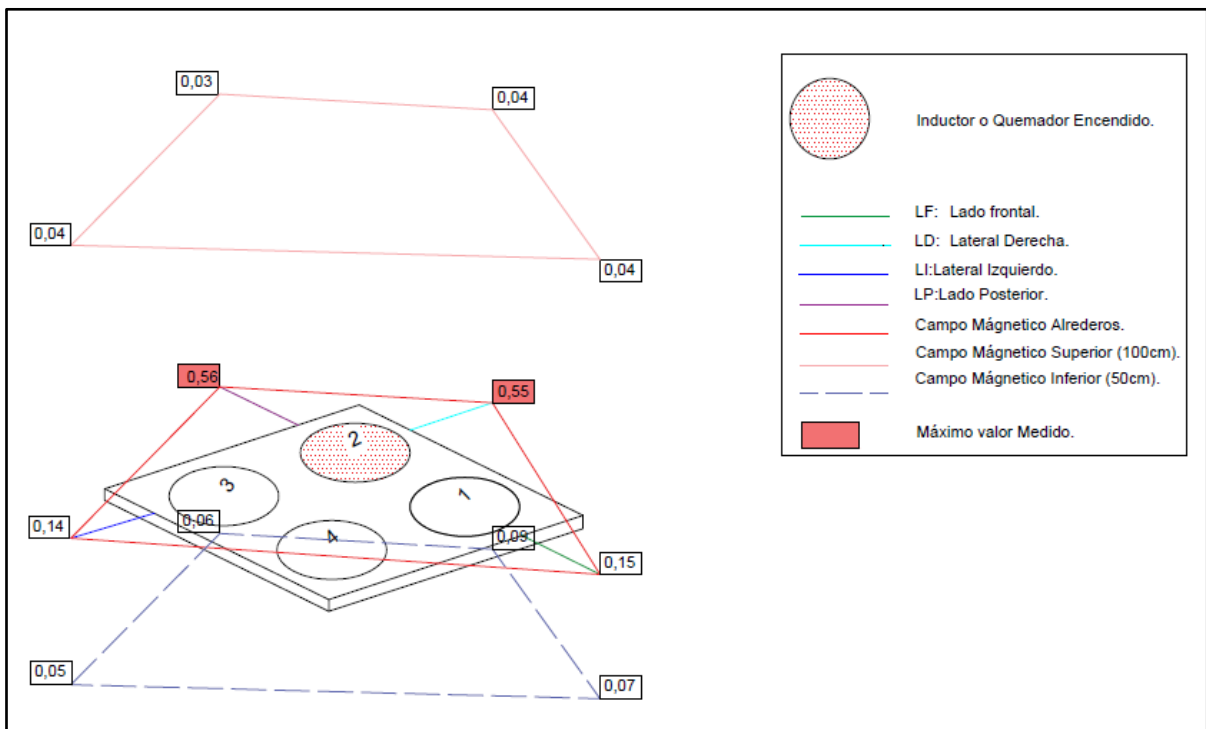
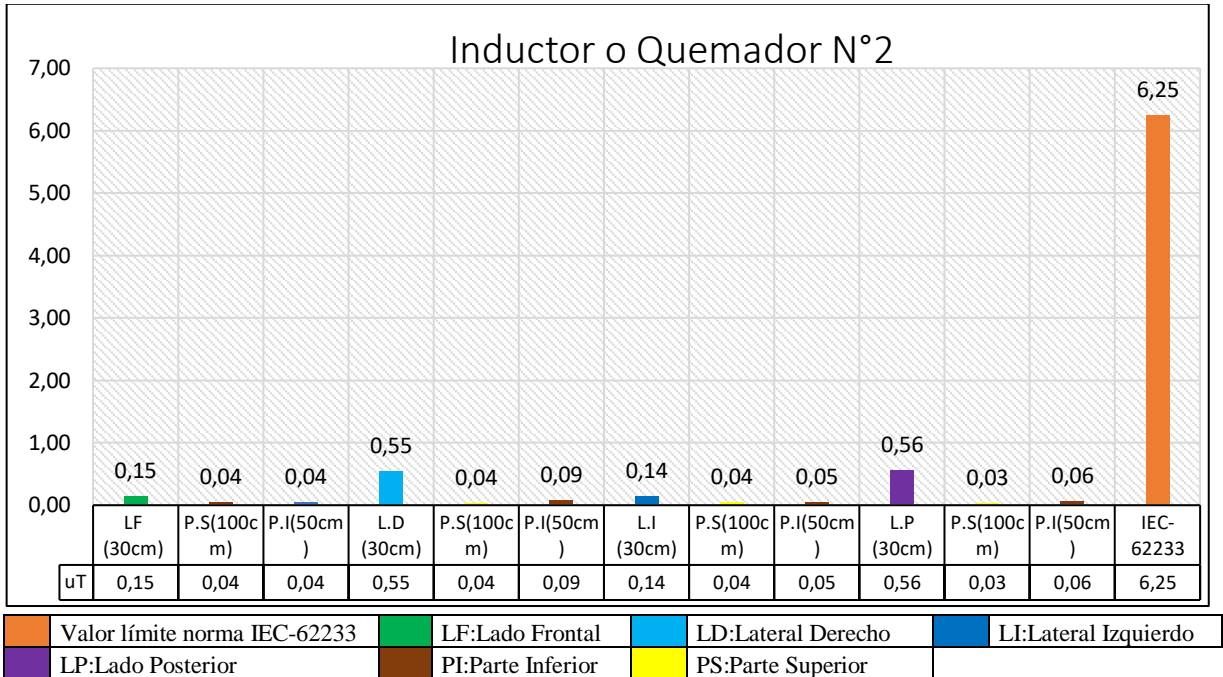


Fig. 28: Campo magnético referente al inductor N°2 de la marca “A”

Los valores promediados obtenidos de la marca “A” del inductor 2, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, obteniendo dos puntos con sus máximos valores, Fig. 28 en la parte posterior de 0.56 μ T y en la parte lateral derecha es de 0.55 μ T.

11.3.1.4. Inductor o Quemador N°3 de la marca “A”

Gráfico 3. Valores Obtenidos del Inductor N°3 de la marca “A”

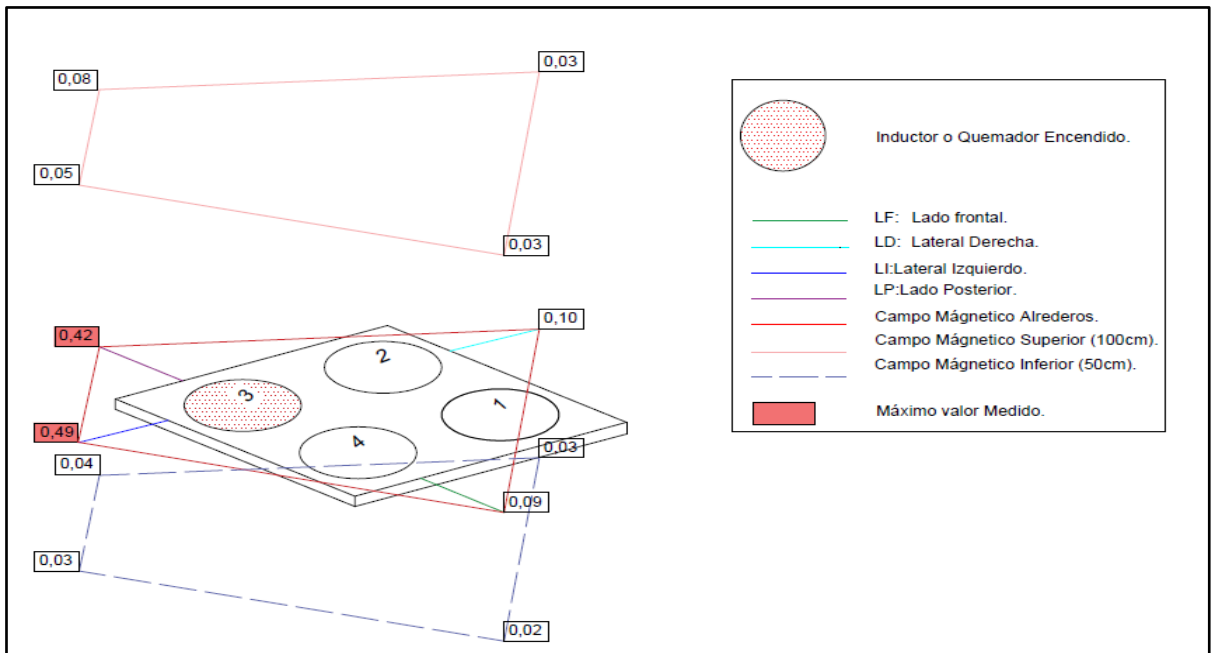
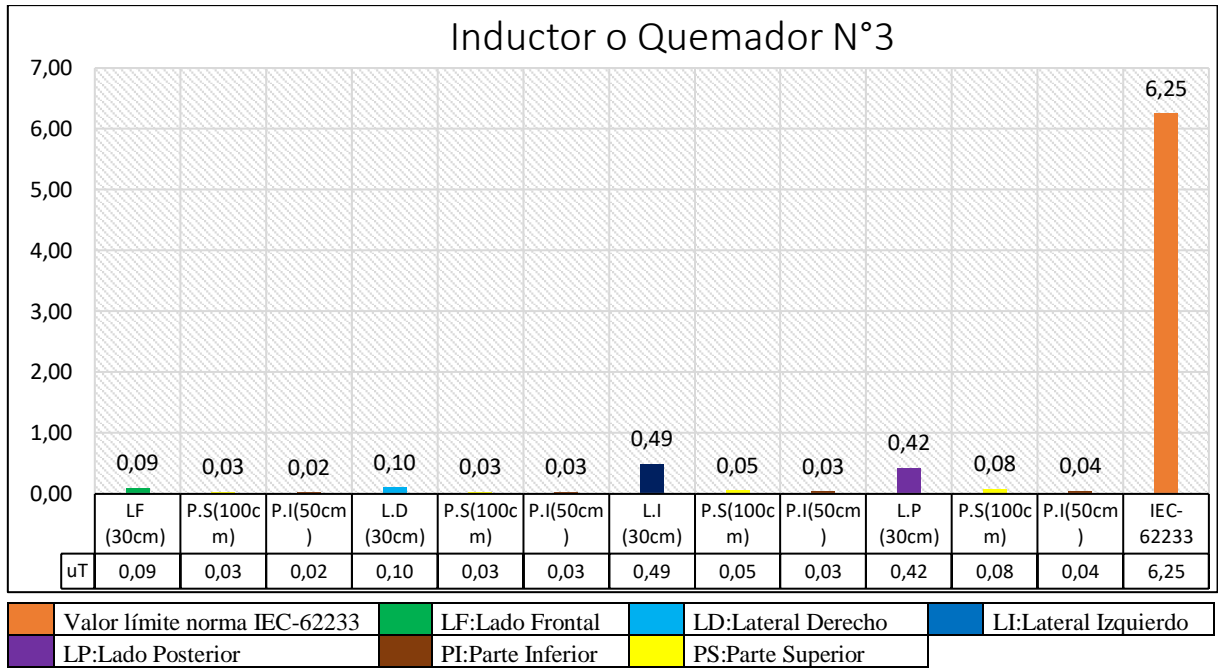


Fig. 29: Campo magnético referente al Inductor N°3 de la marca “A”

Los valores promediados obtenidos de la marca “A” del inductor 3, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, obteniendo dos puntos con sus máximos valores, Fig. 29 en la parte posterior 0.42 μ T y en la parte lateral izquierda es de 0.49 μ T.

11.3.1.5. Inductor o Quemador N°4 de la marca “A”

Gráfico 4. Valores Obtenidos del Inductor N°4 de la marca “A”

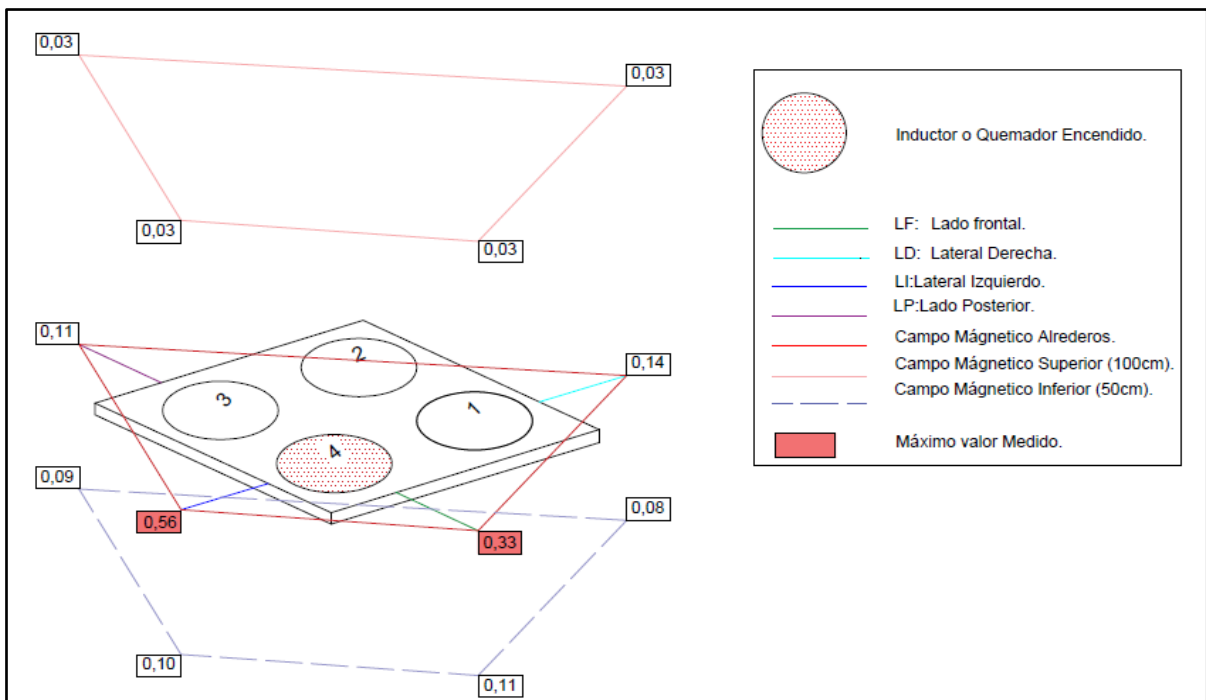
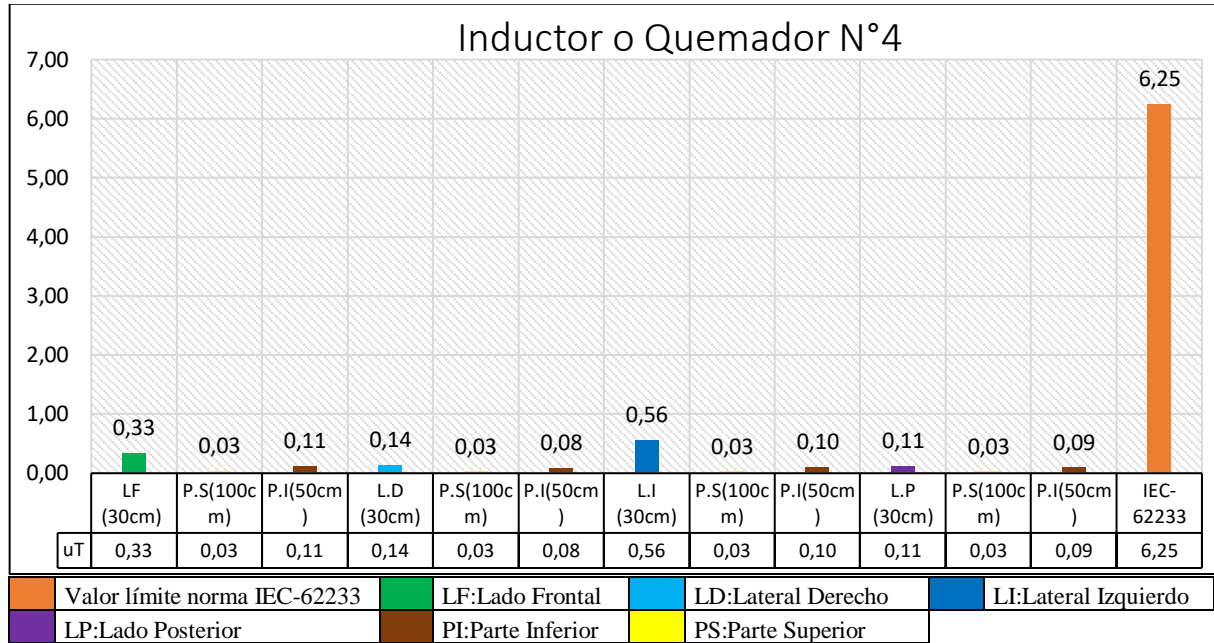



Fig. 30. Campo Magnético referente al inductor N°4 de la marca “A”

Los valores promediados obtenidos de la marca “A” del inductor 4, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, obteniendo dos puntos con sus máximos valores, Fig. 30 en el lado frontal 0.33 μ T y en la parte lateral izquierda es de 0.56 μ T.

11.3.2. Especificaciones técnicas de la Marca “B”

Tabla 5. Especificaciones técnicas de la Marca “B”

Dimensiones(cm.)	Alto: 85cm.	
	Ancho 60cm.	
	Profundidad: 60cm.	
Características	control touch digital	
	horno de 2000W	
	potencia máxima de placas 4000w	
	peso 52 kg	
	dispositivo contra sobrecalentamiento	
	voltaje de funcionamiento 208-240vac	
Inductores	frecuencia 50/60 Hz	
	4 Zonas de cocción a inducción	
	2 de 1500w	
	1 de 2000w	
	1 de 1800w	

11.3.2.1. Medidas Obtenidas de la marca “B” según la norma IEC-62233

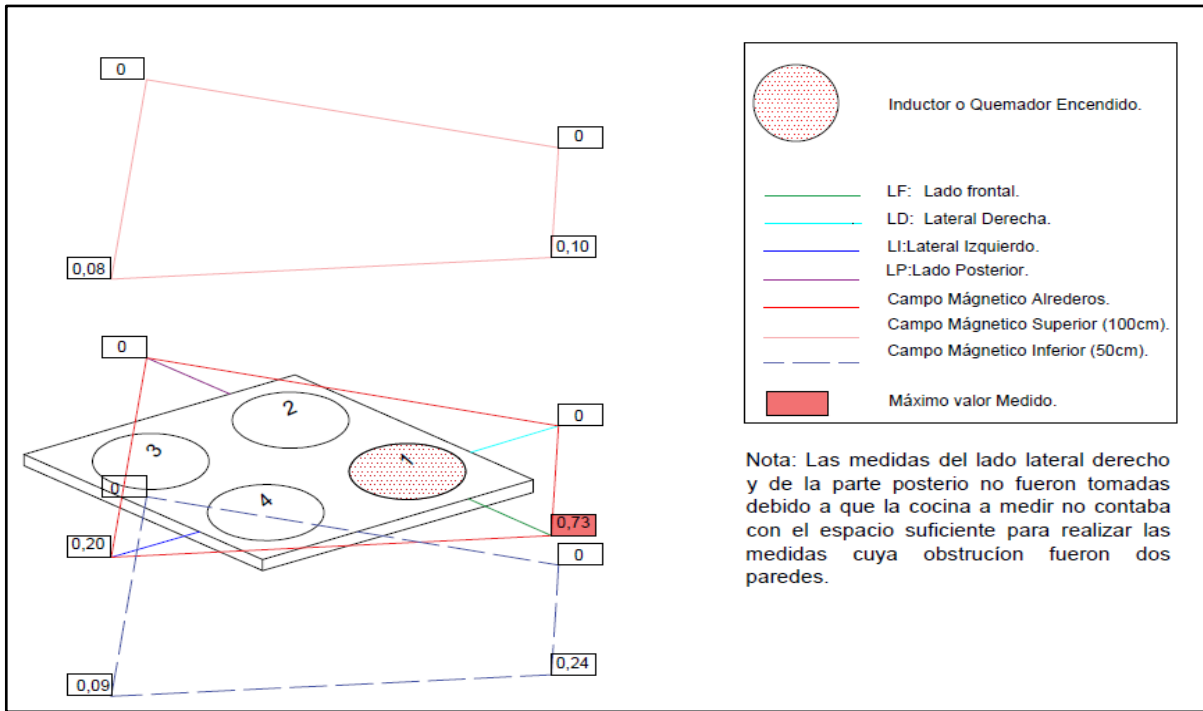
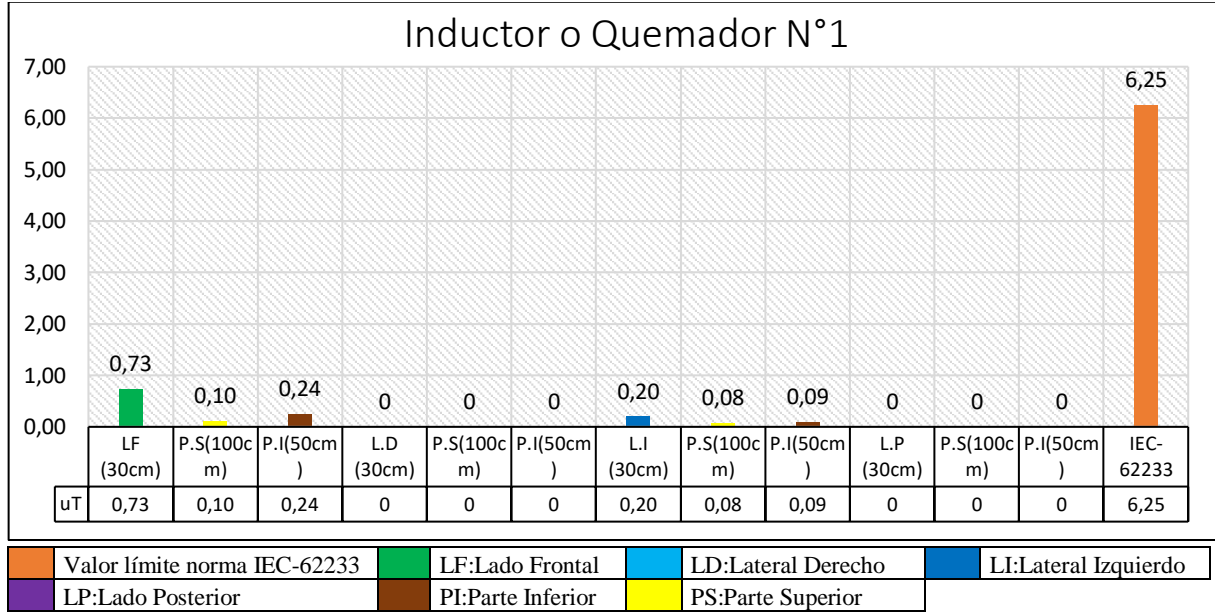
En la Tabla 6 se da a conocer los valores promediados, de las tres medidas realizadas en la marca “b” en su máxima potencia considerando que es el nivel 9, tomando en cuenta sus cuatro vértices durante 30 s, dando cumplimiento con la normativa internacional, seguidamente observamos las figuras y los gráficos estadísticos del campo magnético analizados a cada uno de los inductores o quemadores.

Tabla 6. Valores Promediados de la Marca “B”

 Universidad Técnica de Cotopaxi	Tabla De Datos		 Ingeniería Eléctrica	
	Campo Magnético			
Marca	Marca “B”	Fecha	18/6/2019	
Potencia	9	Potencia Máxima	9	
Nº De Inductores	Inductor 1	Inductor 2	Inductor 3	Inductor 4
PARTE FRONTAL				
LF (30cm)	0,73	0,37	0,20	0,90
P.S(100cm)	0,10	0,14	0,07	0,48
P.I(50cm)	0,24	0,09	0,10	0,42
PARTE LATERAL DERECHO				
L.D (30cm)	No	No	No	No
P.S(100cm)	No	No	No	No
P.I(50cm)	No	No	No	No
PARTE LATERAL IZQUIERDA				
L.I (30cm)	0,20	0,34	0,78	1,04
P.S(100cm)	0,08	0,10	0,44	0,20
P.I(50cm)	0,09	No	No	0,21
PARTE POSTERIOR				
L.P (30cm)	No	No	No	No
P.S(100cm)	No	No	No	No
P.I(50cm)	No	No	No	No

11.3.2.2. Inductor o Quemador N°1 de la marca “B”

Gráfico 5. Valores Obtenidos del Inductor N°1 de la marca “B”



Los valores promediados obtenidos de la marca “B” del inductor 1, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, en la parte lateral derecha y en la parte posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio y tiene un valor de cero, Fig. 31 el punto de máximo valor es en el lado frontal con 0.73 μ T.

11.3.2.3. Inductor o Quemador N°2 de la marca “B”

Gráfico 6. Valores Obtenidos del Inductor N°2 de la marca “B”

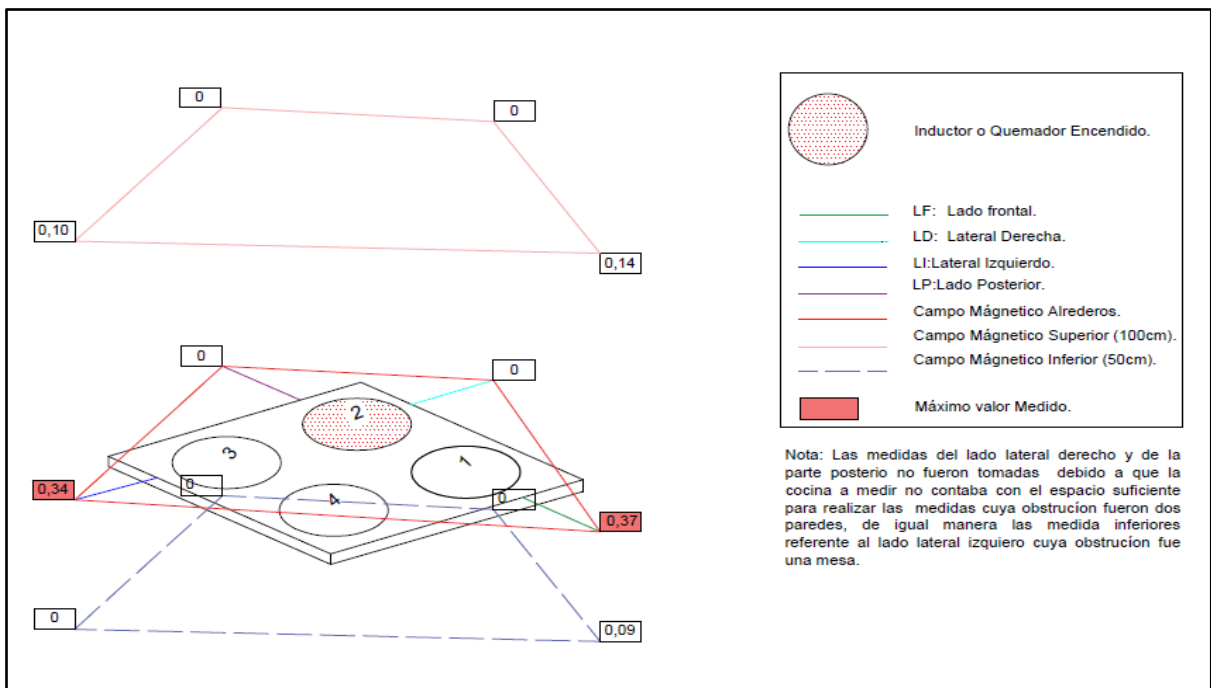
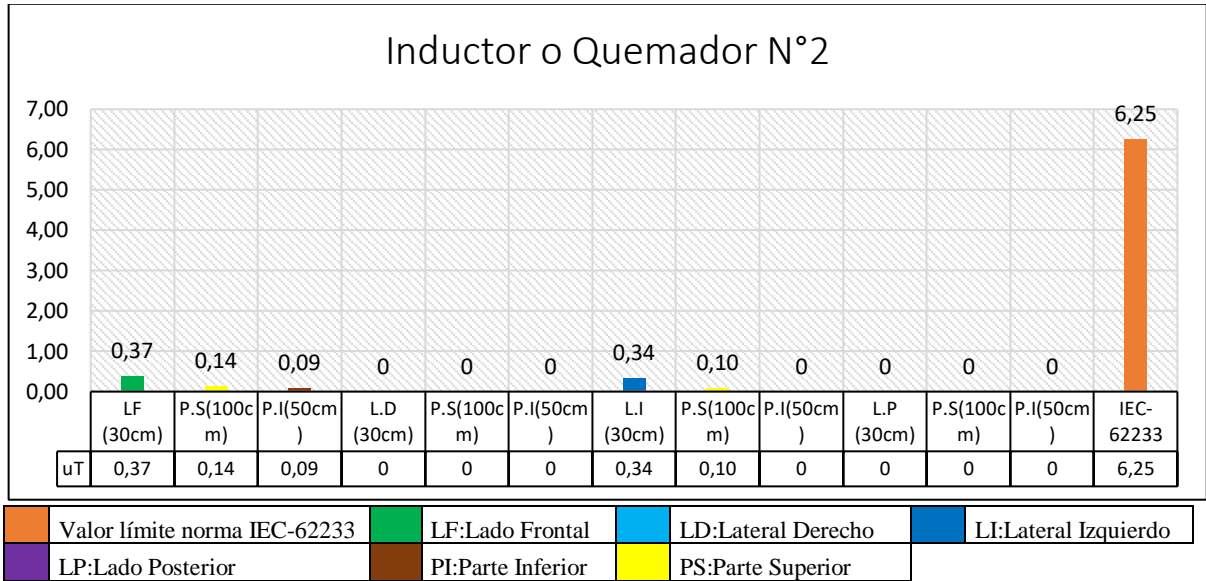


Fig. 32: Campo Magnético referente al inductor N°2 de la marca “B”

Los valores promediados obtenidos de la marca “B” del inductor 2, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, en la parte lateral derecha y en la parte posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio, por lo que se le asigno el valor de cero a los dos puntos, Fig. 32 se obtuvo dos puntos máximos en el lado frontal es de 0.37 μ T y en la parte lateral izquierdo es de 0.34 μ T.

11.3.2.4. Inductor o Quemador N°3 de la marca “B”

Gráfico 7. Valores Obtenidos del Inductor N°3 de la marca “B”

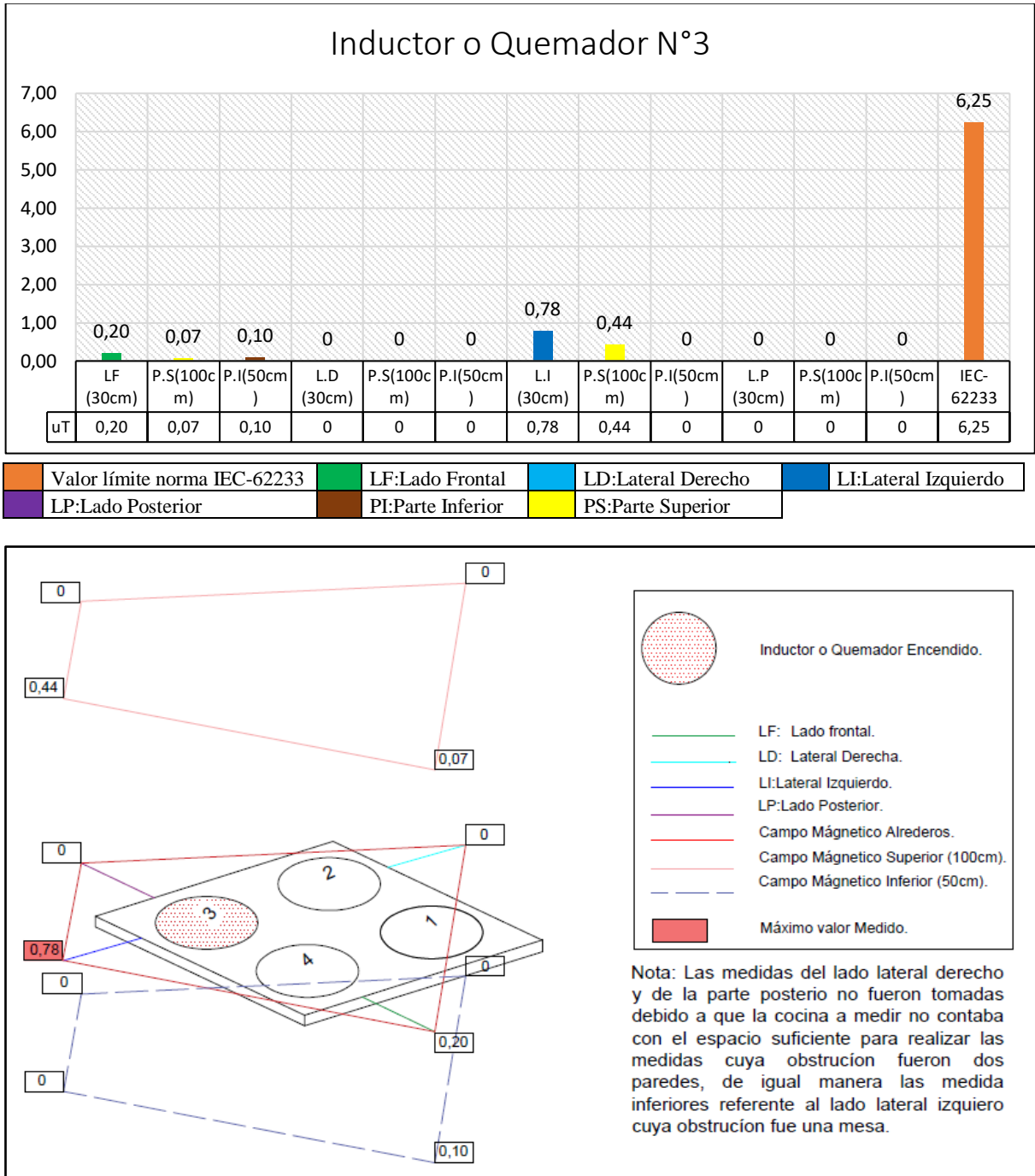


Fig. 33: Campo Magnético referente al inductor N°3 de la marca “B”

Los valores promediados obtenidos de la marca “B” del inductor 3, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μT , en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, en la parte lateral derecha y en la parte posterior no se pudo realizar las mediciones por falta de espacio por lo que se le asigna un valor de cero, Fig. 33 en el punto máximo obtenido es en la parte lateral izquierda con un valor de 0.78 μT .

11.3.2.5. Inductor o Quemador N°4 de la marca “B”

Gráfico 8. Valores Obtenidos del Inductor N°4 de la marca “B”

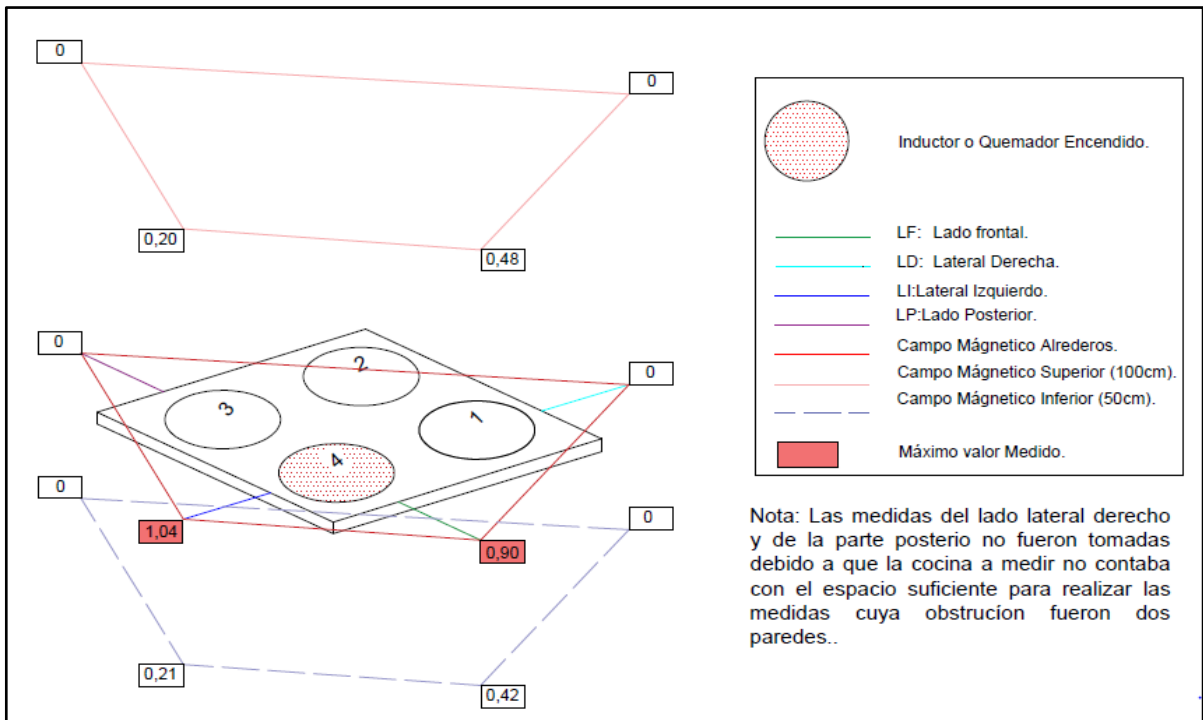
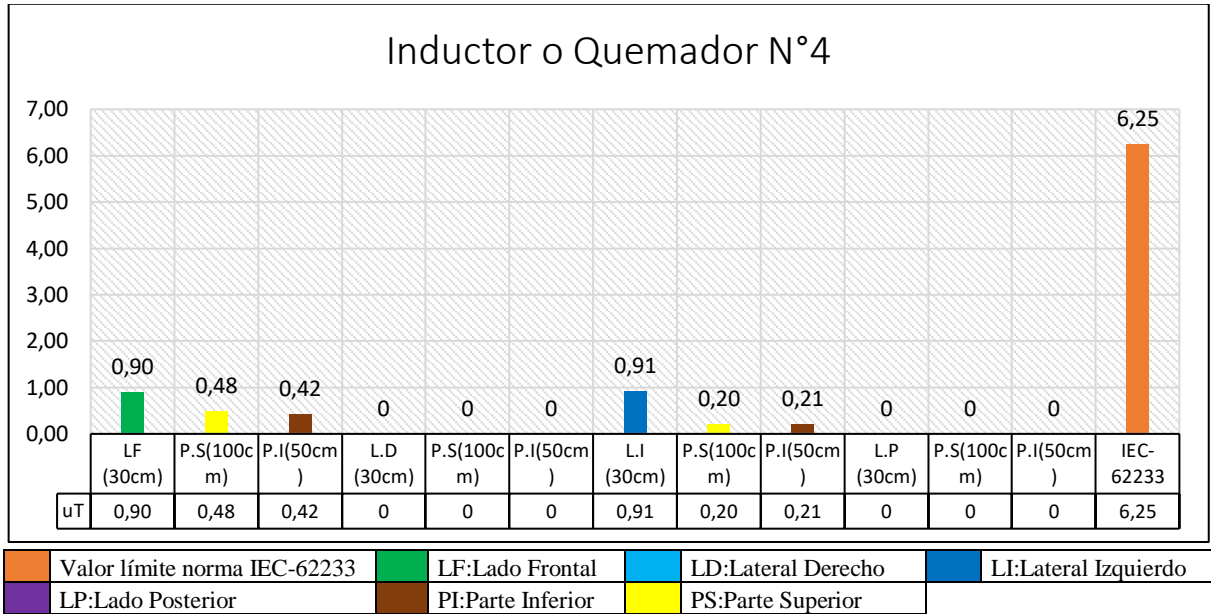



Fig. 34: Campo Magnético referente al inductor N°4 de la marca “B”

Los valores promediados obtenidos de la marca “B” del inductor 4, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μT , en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, en la parte lateral derecha y la parte posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio y tiene un valor de cero, se obtuvo dos puntos máximos, Fig 34 en el lado frontal con 0.90 μT y en el parte lateral izquierdo con 0.91 μT .

11.3.3. Especificaciones técnicas de la Marca “C”

Tabla 7. Especificaciones técnicas de la Marca “C”

Dimensiones(cm.)	Alto: 91cm.	
	Ancho: 60cm.	
	Profundidad: 58cm.	
Características	mandos digitales para 9 niveles de potencia	
	Sensor de recipiente	
	Bloqueo digital y automático	
	Temporizador digital	
	dispositivo contra sobrecalentamiento	
	tablero superior cristal vitrocerámica	
	horno eléctrico grill/suelo	
	voltaje de funcionamiento 208-240vac	
	frecuencia 50/60 Hz	
	potencia nominal 6600w	
potencia máxima 7100w		
Consumo de energía anual estimado 960Kw/año		
Inductores	4 Zonas de cocción a inducción	
	2 grandes	
	2 pequeñas	

11.3.3.1. Medidas Obtenidas de la marca “C” según la norma IEC-62233

En la Tabla 8 se da a conocer los valores promediados, de las tres medidas realizadas en la marca “C” en su máxima potencia considerando que es el nivel 9, tomando en cuenta sus cuatro vértices durante 30 s, dando cumplimiento con la normativa internacional, seguidamente observamos las figuras y los gráficos estadísticos del campo magnético analizados a cada uno de los inductores o quemadores.

Tabla 8. Valores Promediados de la Marca “C”

 Universidad Técnica de Cotopaxi	Tabla De Datos		 Ingeniería Eléctrica	
	Campo Magnético			
Marca	Marca “C”	Fecha	18/6/2019	
Potencia	9	Potencia Máxima	9	
N° De Inductores	Inductor 1	Inductor 2	Inductor 3	Inductor 4
PARTE FRONTAL				
LF (30cm)	0,27	0,15	0,13	0,76
P.S(100cm)	0,05	0,04	0,09	0,11
P.I(50cm)	0,05	0,06	0,09	0,08
PARTE LATERAL DERECHO				
L.D (30cm)	0,18	0,44	0,10	0,17
P.S(100cm)	0,03	0,04	0,06	0,06
P.I(50cm)	0,05	0,10	0,07	0,07
PARTE LATERAL IZQUIERDA				
L.I (30cm)	0,08	0,15	0,34	0,85
P.S(100cm)	0,03	0,19	0,05	0,12
P.I(50cm)	0,03	0,12	0,10	0,16
PARTE POSTERIOR				
L.P (30cm)	No	No	No	No
P.S(100cm)	No	No	No	No
P.I(50cm)	No	No	No	No

11.3.3.2. Inductor o Quemador N°1 de la marca “C”

Gráfico 9. Valores Obtenidos del Inductor N°1 de la marca “C”

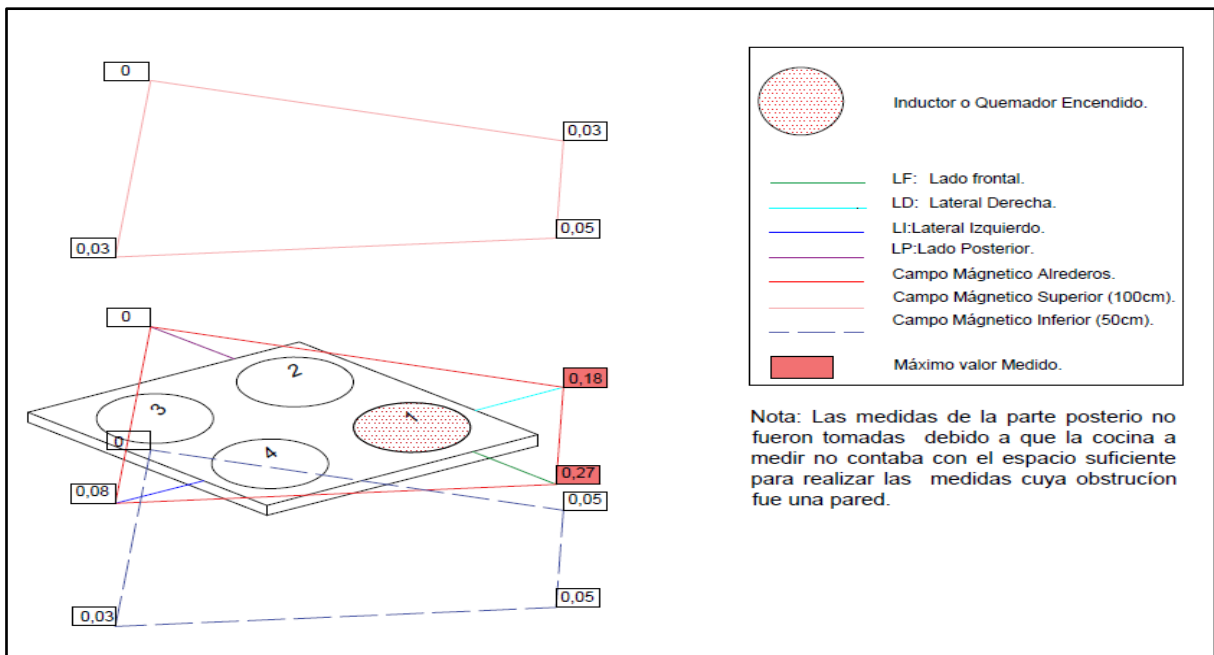
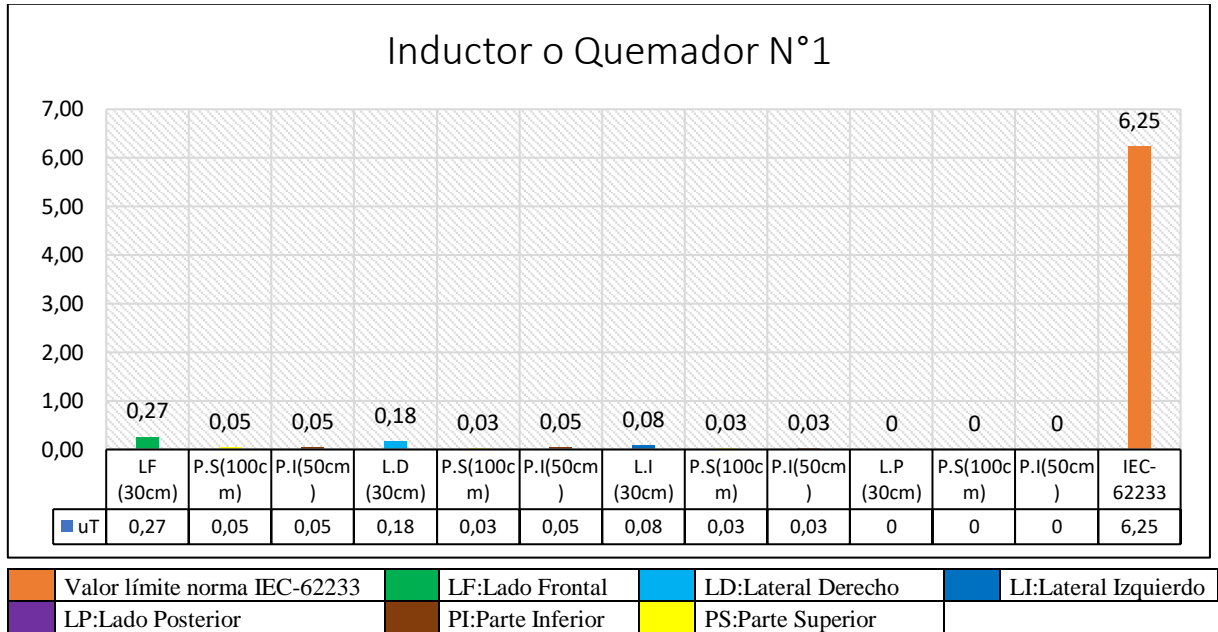


Fig. 35: Campo Magnético referente al inductor N°1 de la marca “C”

Los valores promediados obtenidos de la marca “C” del inductor 1, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, en la parte posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio y tiene un valor de cero, se obtuvo dos puntos máximos, Fig. 35 en el lado frontal es de 0.27 μ T y en la parte lateral derecho es de 0.18 μ T.

11.3.3.3. Inductor o Quemador N°2 de la marca “C”

Gráfico 10. Valores Obtenidos del Inductor N°2 de la marca “C”

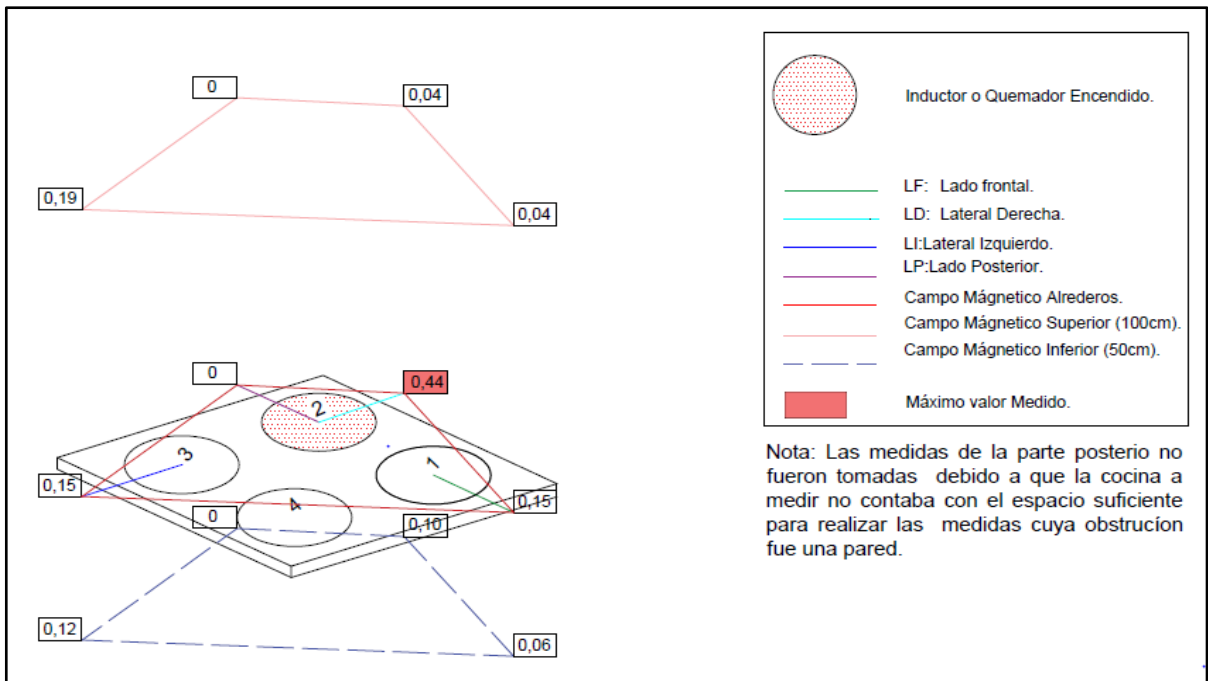
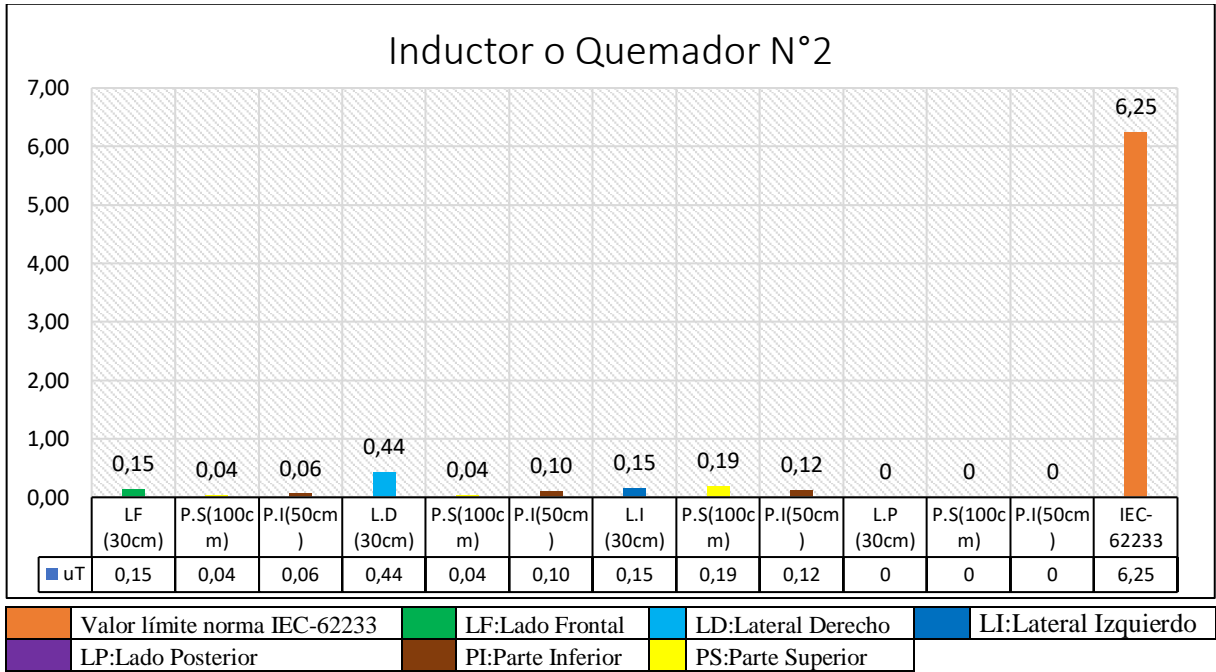


Fig. 36: Campo Magnético referente al inductor N°2 de la marca “C”

Los valores promediados obtenidos de la marca “C” del inductor 2, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, en la parte posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio por lo que se le asignó un valor de cero, el punto de máximo valor, Fig. 36 es en el lado frontal de 0.44 μ T.

11.3.3.4. Inductor o Quemador N°3 de la marca “C”

Gráfico 11 . Valores Obtenidos del Inductor N°3 de la marca “C”

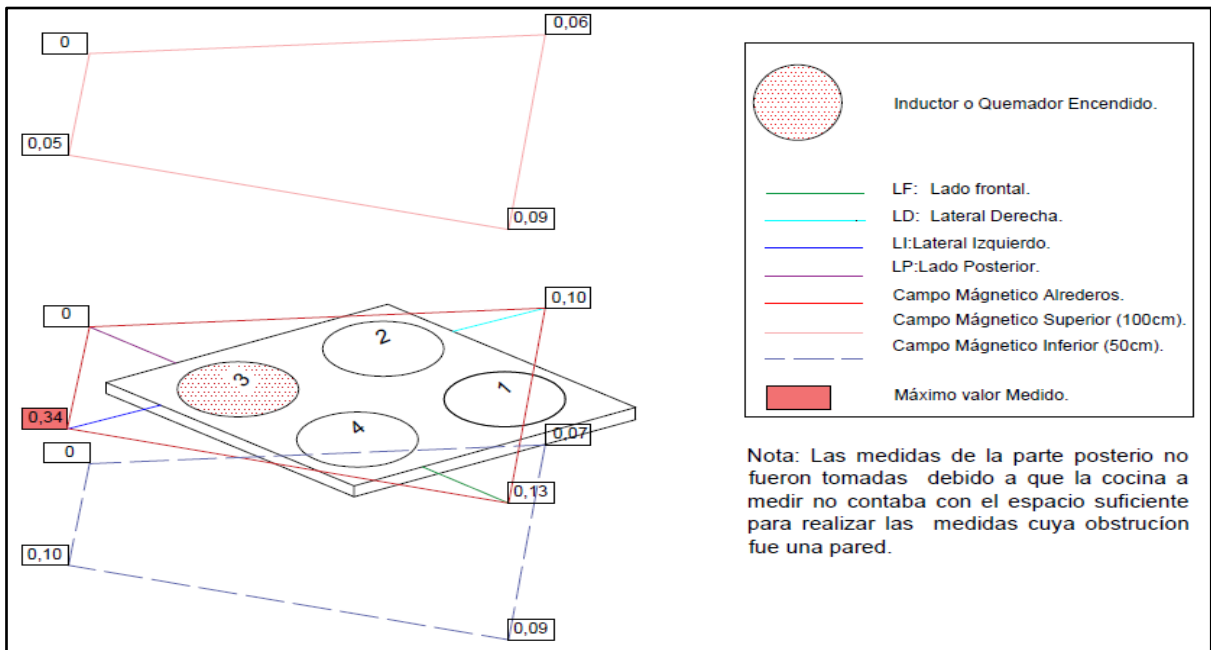
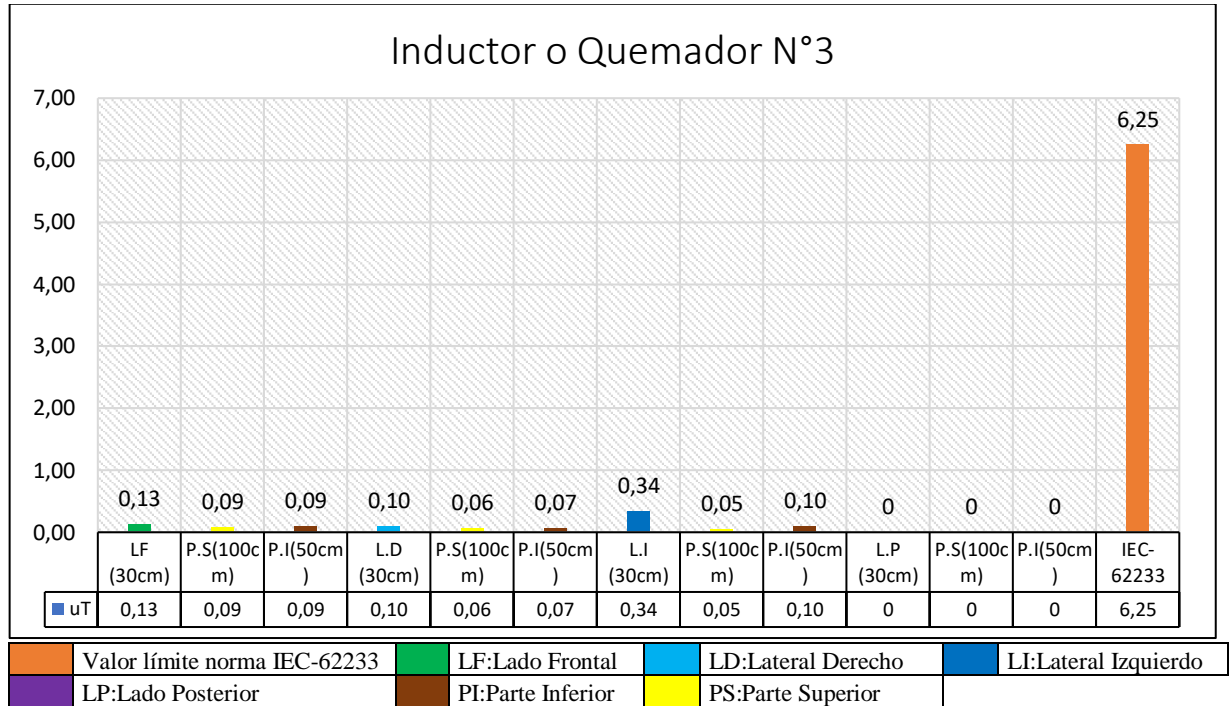


Fig. 37: Campo Magnético referente al inductor N°3 de la marca “C”

Los valores promediados obtenidos de la marca “C” del inductor 3, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, en la parte posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio y tiene un valor de cero, el punto con máximo valor, Fig. 37 es en el lado lateral izquierdo es de 0.34 μ T.

11.3.3.5. Inductor o Quemador N°4 de la marca “C”

Gráfico 12. Valores Obtenidos del Inductor N°4 de la marca “C”

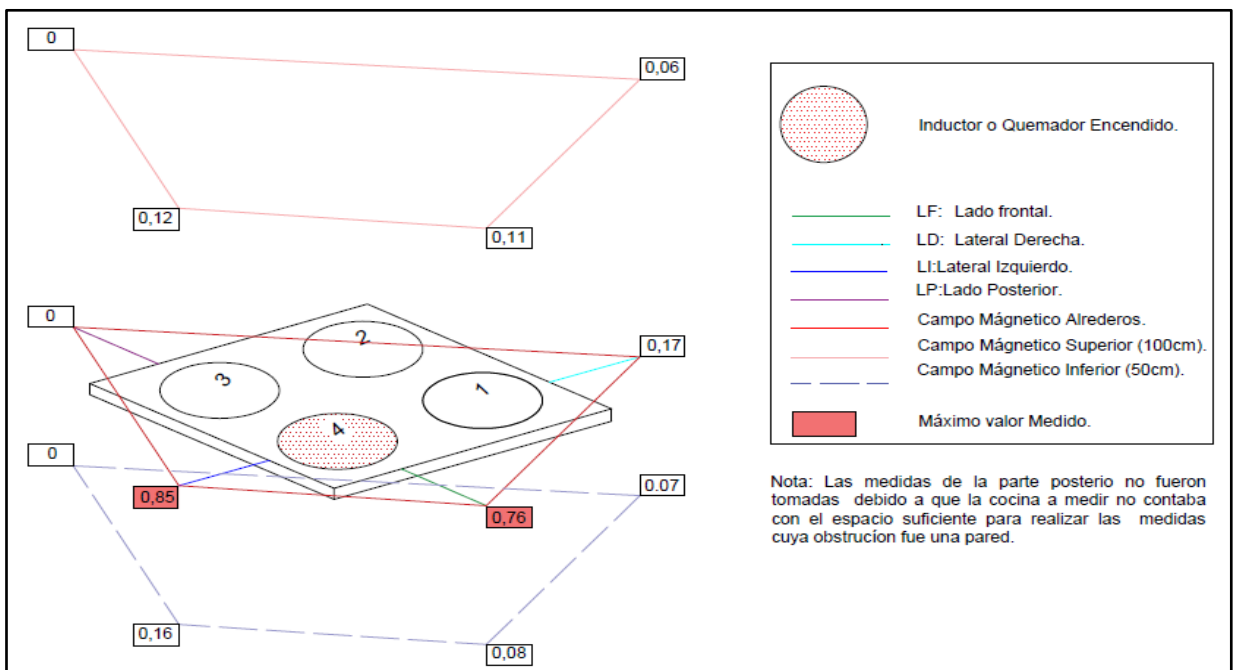
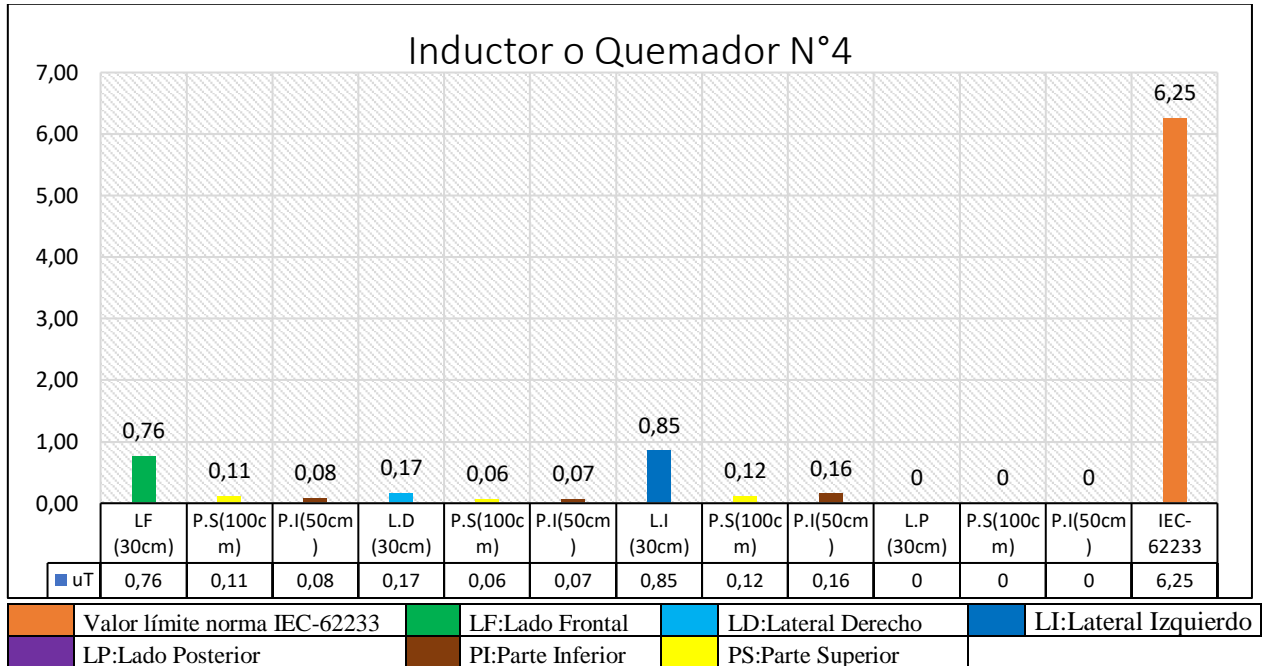



Fig. 38: Campo Magnético referente al inductor N°4 de la marca “C”

Los valores promediados obtenidos de la marca “C” del inductor 1, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 el cual es de 6.25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, en la parte posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio y tiene un valor de cero, los dos puntos máximos, Fig. 38 es en el lado frontal con 0.76 μ T y en la parte lateral izquierdo con 0.85 μ T.

11.3.4. Especificaciones técnicas de la Marca “D”



Tabla 9. Especificaciones técnicas de la Marca “D”

Dimensiones(cm.)	Alto: 95,2cm.	
	Ancho: 58,5 cm.	
	Profundidad: 58,7 cm.	
Características	Mandos digitales para 9 niveles de potencia	
	Sensor de recipiente	
	Función de Bloqueo	
	Temporizador digital	
	Dispositivo contra sobrecalentamiento	
	Vidrio vitrocerámica	
	Horno eléctrico grill/suelo	
	Voltaje de funcionamiento 220V	
	Frecuencia 60 Hz	
	Potencia nominal 6600w	
Potencia máxima 7100w		
Consumo de energía anual estimado 960Kw/año		
Inductores	Sistema de inducción 4 focos	
	4 Zonas de cocción a inducción	
	2 grandes y 2 pequeñas	

11.3.4.1. Medidas Obtenidas de la marca “D” según la norma IEC-62233

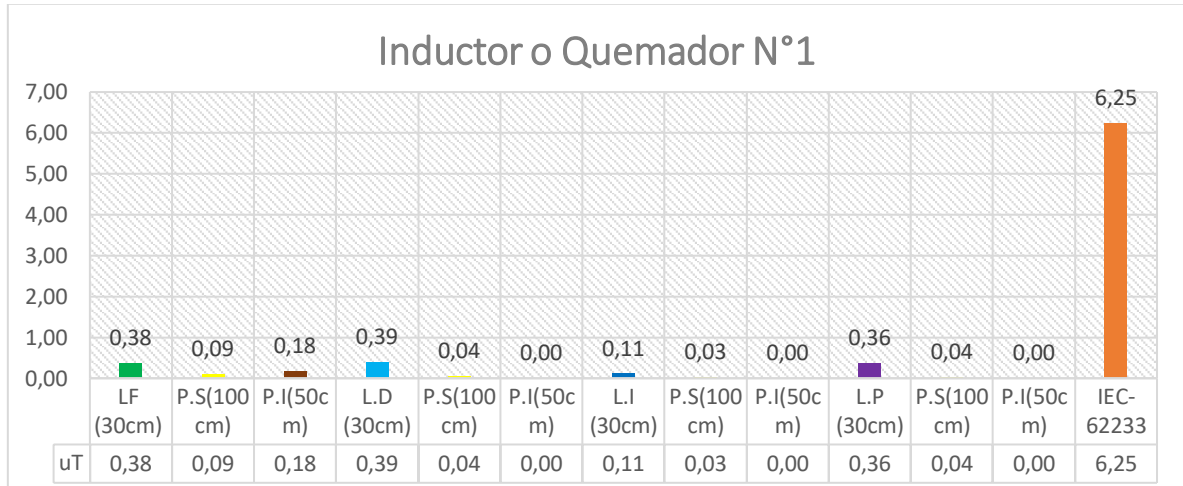
En la Tabla 10 se da a conocer los valores promediados, de las tres medidas realizadas en la marca “D” en su máxima potencia considerando que es el nivel 9, tomando en cuenta sus cuatro vértices durante 30 s, dando cumplimiento con la normativa internacional, seguidamente observamos las figuras y los gráficos estadísticos del campo magnético analizados a cada uno de los inductores o quemadores.

Tabla 10. Valores Promediados de la Marca “D”

	Universidad Técnica de Cotopaxi	Tabla De Datos			Ingeniería Eléctrica
	Campo Magnético				
Marca	Marca “D”	Fecha	20/6/2019		
Potencia	9	Potencia Máxima	9		
N° De Inductores	Inductor 1	Inductor 2	Inductor 3	Inductor 4	
PARTE FRONTAL (μT).					
LF (30cm)	0,38	0,35	0,11	0,52	
P.S(100cm)	0,09	0,03	0,03	0,04	
P.I(50cm)	0,18	0,20	0,06	0,24	
PARTE LATERAL DERECHO (μT).					
L.D (30cm)	0,39	0,53	0,07	0,14	
P.S(100cm)	0,04	0,12	0,03	0,02	
P.I(50cm)	0,00	0,00	0,00	0,00	
PARTE LATERAL IZQUIERDA (μT).					
L.I (30cm)	0,11	0,14	0,31	0,73	
P.S(100cm)	0,03	0,05	0,05	0,07	
P.I(50cm)	0,00	0,00	0,00	0,00	
PARTE POSTERIOR (μT).					
L.P (30cm)	0,36	0,91	0,99	0,47	
P.S(100cm)	0,04	0,10	0,03	0,08	
P.I(50cm)	0,00	0,00	0,00	0,00	

11.3.4.2. Inductor o Quemador N°1 de la marca “D”

Gráfico 13. Valores Obtenidos del Inductor N°1 de la marca “D”



Valor límite norma IEC-62233	LF:Lado Frontal	LD:Lateral Derecho	LI:Lateral Izquierdo
LP:Lado Posterior	PI:Parte Inferior	PS:Parte Superior	

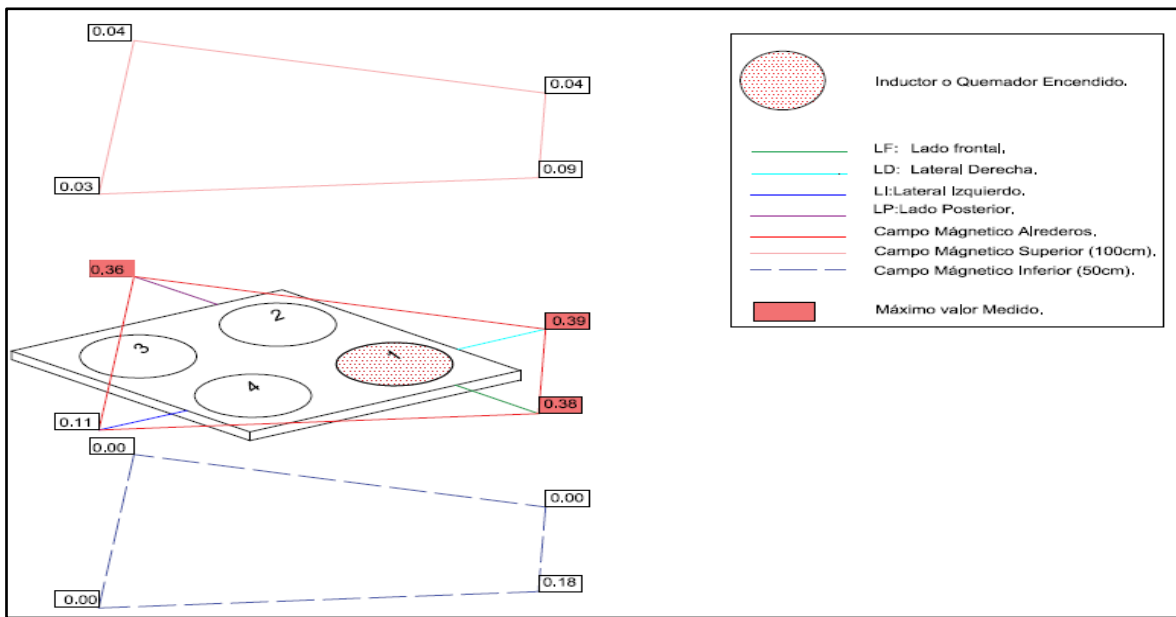


Fig. 39: Campo Magnético referente al inductor N°1 de la marca “D”

En la Fig. 39 los valores obtenidos de la marca “D” en el inductor 1, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 que es de 6,25 μT , en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, a su vez en la parte inferior del lado derecho e izquierdo y en el lateral posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio por lo que se le asigno un valor de cero. Existe tres puntos con valores máximos en la parte frontal 0.38 μT , en el lateral derecho 0,39 μT y en la parte posterior por el reflejo de la pared se obtuvo un valor de 0.36 μT .

11.3.4.3. Inductor o Quemador N°2 de la marca “D”

Gráfico 14. Valores Obtenidos del Inductor N°2 de la marca “D”

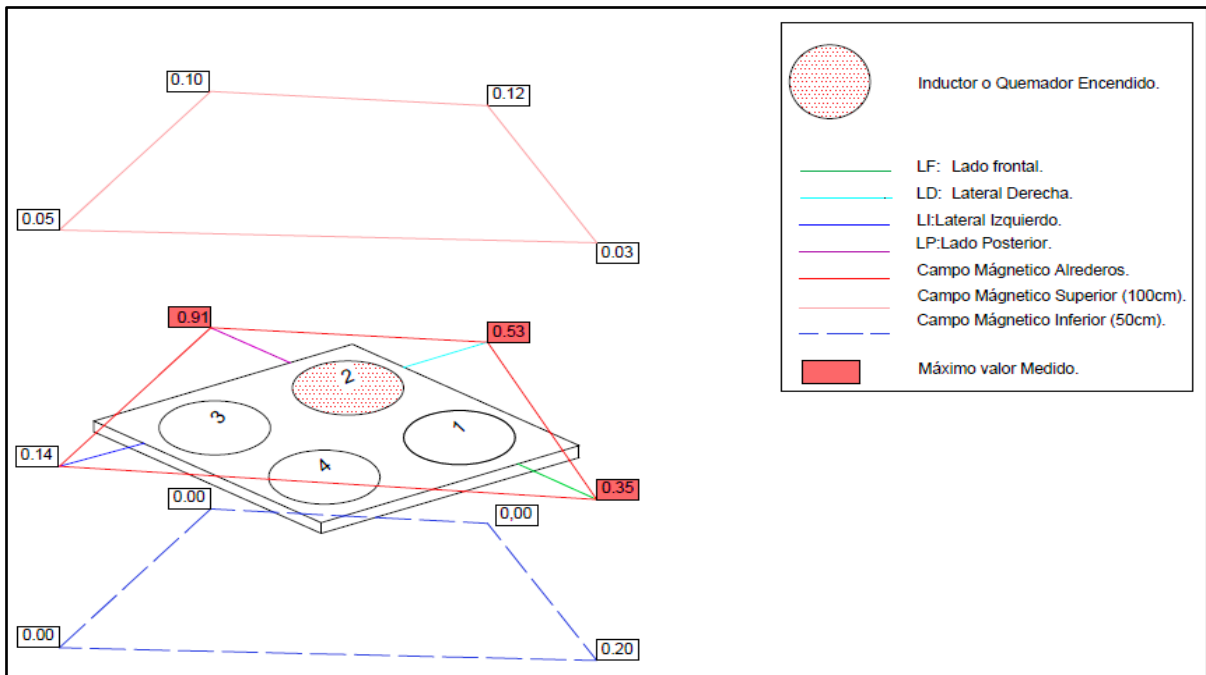
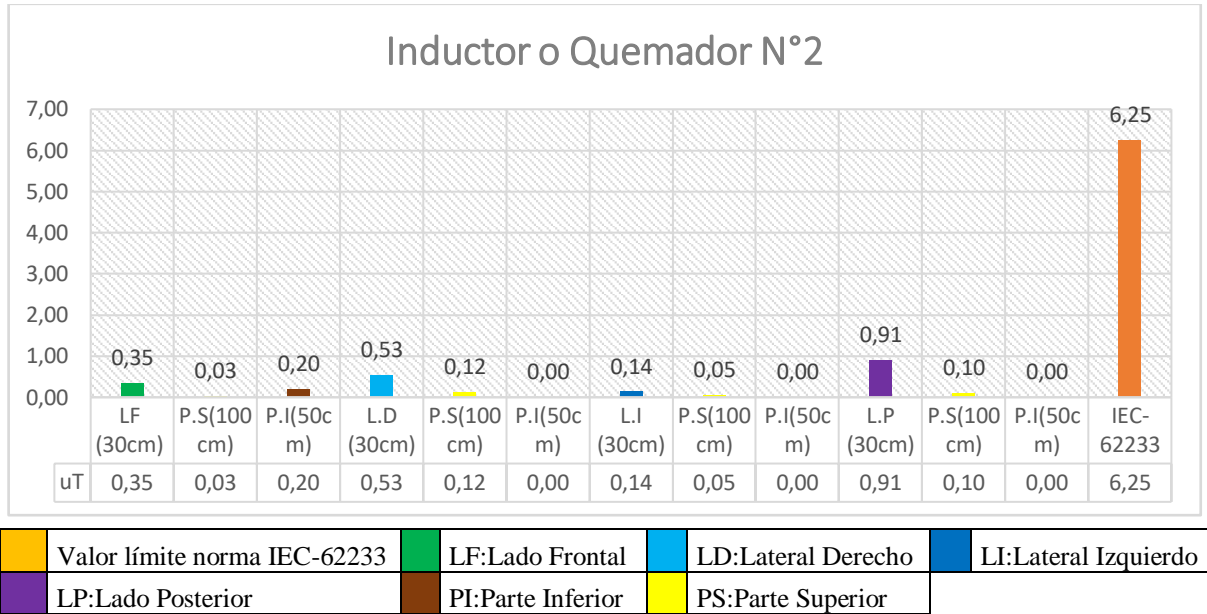


Fig. 40: Campo Magnético referente al inductor N°2 de la marca “D”

En la Fig. 40 los valores obtenidos de la marca “D” en el inductor 2, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 que es de 6,25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, a su vez en la parte inferior del lado derecho e izquierdo y en el lateral posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio por lo que se le asigno un valor de cero. Existe tres puntos con valores máximos en la parte frontal 0.35 μ T, en el lateral derecho 0,53 μ T y en la parte posterior se obtuvo un valor de 0.91 μ T.

11.3.4.4. Inductor o Quemador N°3 de la marca “D”

Gráfico 15. Valores Obtenidos del Inductor N°3 de la marca “D”

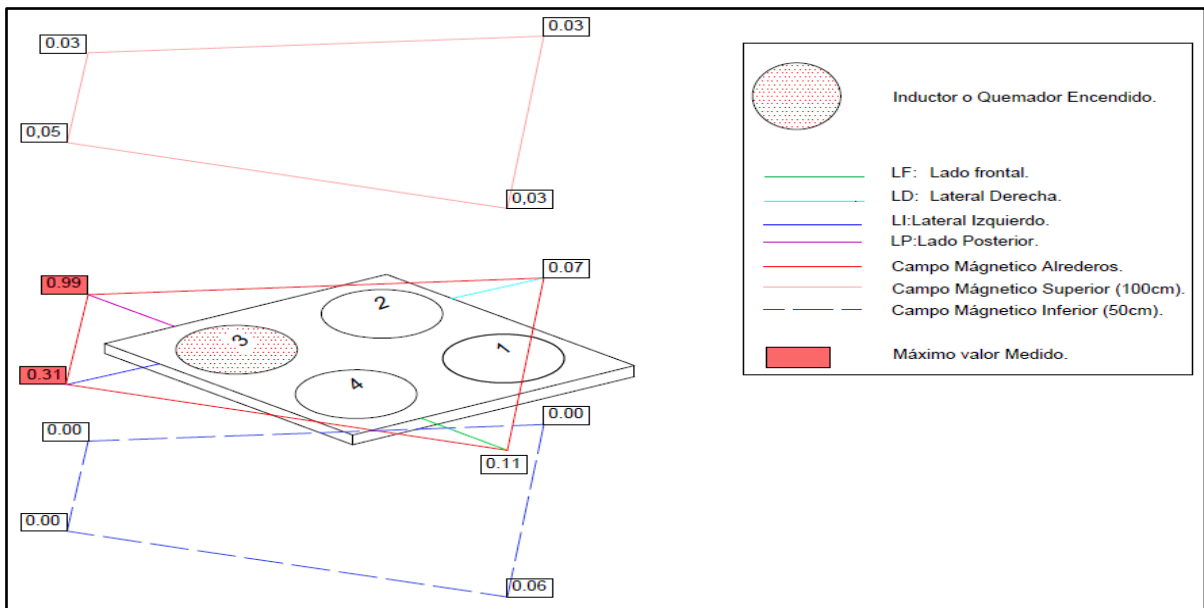
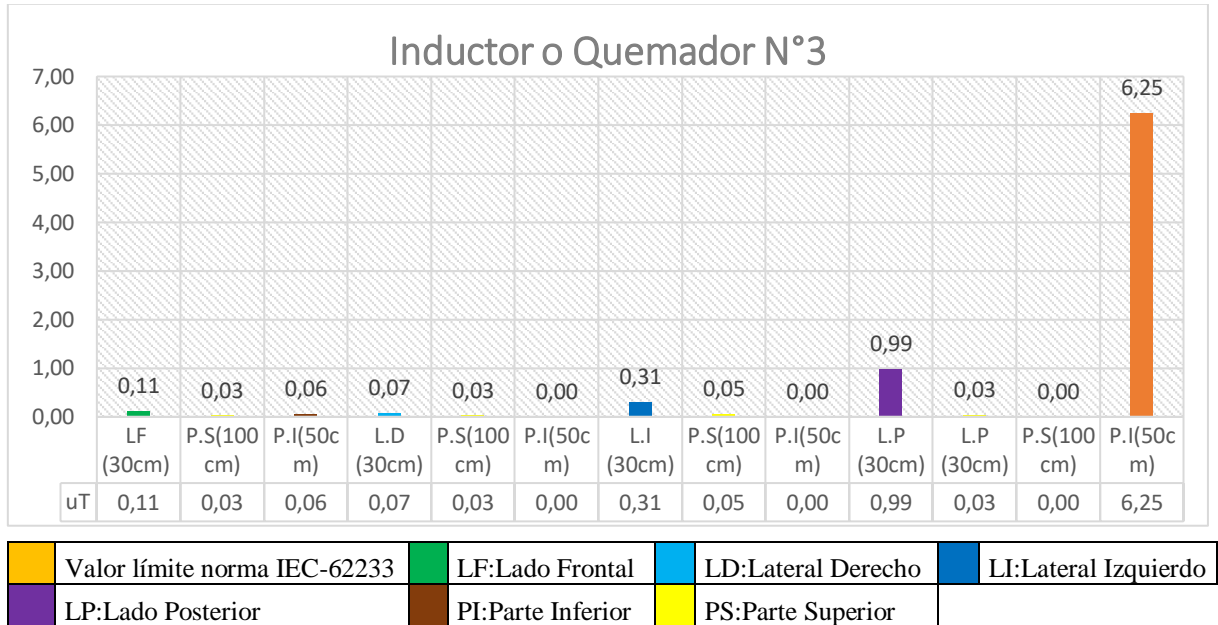
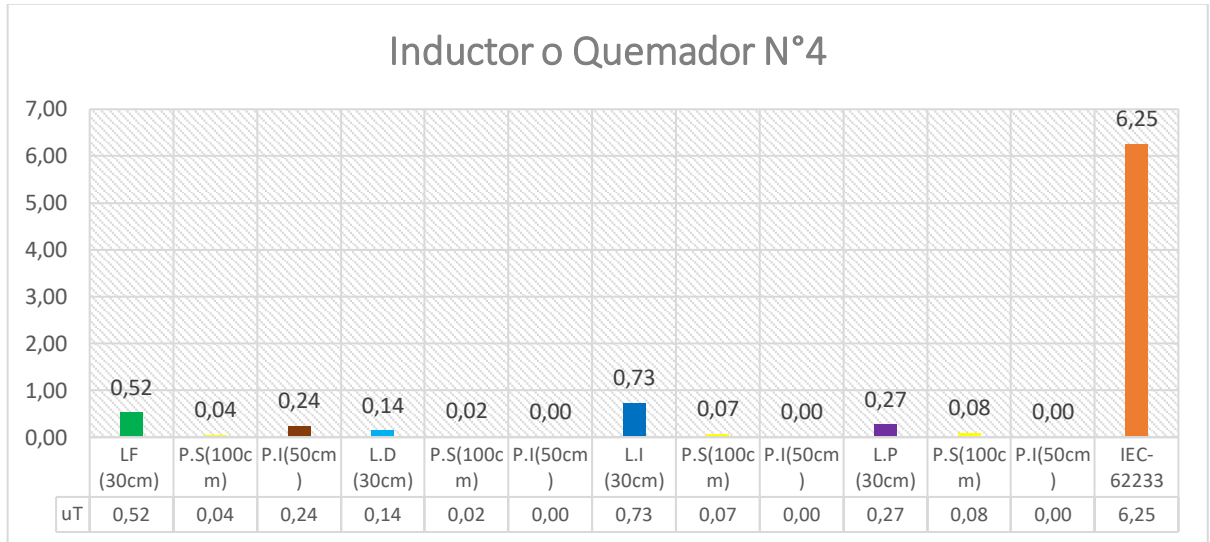


Fig. 41: Campo Magnético referente al inductor N°3 de la marca “D”

En la Fig. 41 los valores obtenidos de la marca “D” en el inductor 3, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 que es de 6,25 μ T, en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, a su vez en la parte inferior del lado derecho e izquierdo y en el lateral posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio por lo que se le asigno un valor de cero. Existe dos puntos con valores máximos en la parte posterior 0.99 μ T y en la lateral izquierda 0.31 μ T.

11.3.4.5. Inductor o Quemador N°4 de la marca “D”

Gráfico 16. Valores Obtenidos del Inductor N°4 de la marca “D”



Valor límite norma IEC-62233	LF:Lado Frontal	LD:Lateral Derecho	LI:Lateral Izquierdo
LP:Lado Posterior	PI:Parte Inferior	PS:Parte Superior	

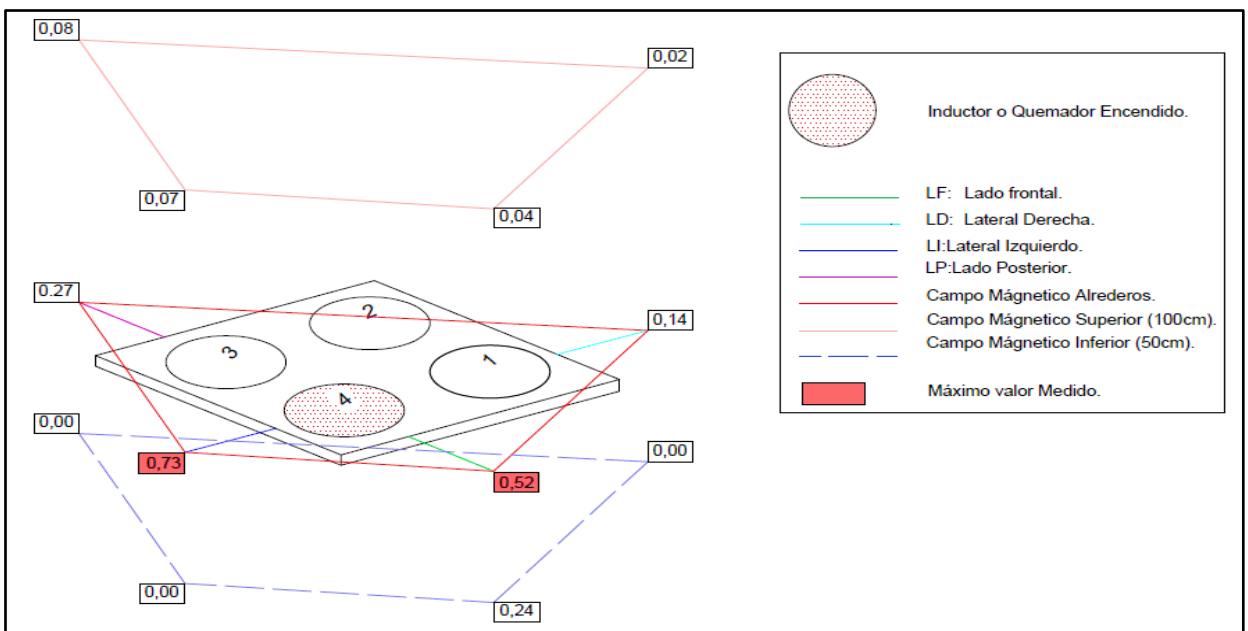



Fig. 42: Campo Magnético referente al inductor N°4 de la marca “D”

En la Fig. 42 los valores obtenidos de la marca “D” en el inductor 1, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 que es de 6,25 μT , en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, a su vez en la parte inferior del lado derecho e izquierdo y en el lateral posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio por lo que se le asigno un valor de cero. Existe dos puntos con valores máximos en la parte frontal de 0.52 μT y en la lateral izquierda de 0.73 μT .

11.3.5. Especificaciones técnicas de la Marca “E”



Tabla 11. Especificaciones técnicas de la Marca “E”

Dimensiones(cm.)	Alto: 94.1cm.	
	Ancho: 60 cm.	
	Profundidad: 66.5 cm.	
Características	Peso 44.84 kg	
	Mandos digitales para 9 niveles + Booster	
	Quemadores 2 Estándares + 2 Jumbos	
	Encendido tipo Touch	
	Dispositivo contra sobrecalentamiento	
	Vidrio vitrocerámica	
	Horno eléctrico grill/suelo	
	Voltaje de funcionamiento 220V	
Inductores	Frecuencia 60 Hz	
	Potencia nominal 9200 w	
	4 Zonas de cocción a inducción	
	2 grandes y 2 pequeñas	

11.3.5.1. Medidas Obtenidas de la marca “E” según la norma IEC-62233

En la Tabla 12 se da a conocer los valores promediados, de las tres medidas realizadas en la marca “A” en su máxima potencia considerando que es el nivel 9, tomando en cuenta sus cuatro vértices durante 30 s, dando cumplimiento con la normativa internacional, seguidamente observamos las figuras y los gráficos estadísticos del campo magnético analizados a cada uno de los inductores o quemadores.

Tabla 12. Valores Promediados de la Marca “E”

 Universidad Técnica de Cotopaxi	Tabla De Datos		 Ingeniería Eléctrica	
	Campo Magnético			
Marca	Marca “E”	Fecha	21/6/2019	
Potencia	9	Potencia Máxima	9	
Nº De Inductores	Inductor 1	Inductor 2	Inductor 3	Inductor 4
PARTE FRONTAL (µT).				
LF (30cm)	0.33	0.27	0.08	0.46
P.S(100cm)	0.08	0.03	0.03	0.04
P.I(50cm)	0.14	0.16	0.04	0.20
PARTE LATERAL DERECHO (µT).				
L.D (30cm)	0.35	0.48	0.05	0.11
P.S(100cm)	0.04	0.11	0.02	0.02
P.I(50cm)	0.00	0.00	0.00	0.00
PARTE LATERAL IZQUIERDA (µT).				
L.I (30cm)	0.09	0.11	0.29	0.66
P.S(100cm)	0.02	0.04	0.05	0.05
P.I(50cm)	0.00	0.00	0.00	0.00
PARTE POSTERIOR (µT).				
L.P (30cm)	0.30	0.83	0.91	0.22
P.S(100cm)	0.03	0.08	0.03	0.07
P.I(50cm)	0.00	0.00	0.00	0.00

11.3.5.2. Inductor o Quemador N°1 de la marca “E”

Gráfico 17. Valores Obtenidos del Inductor N°1 de la marca “E”

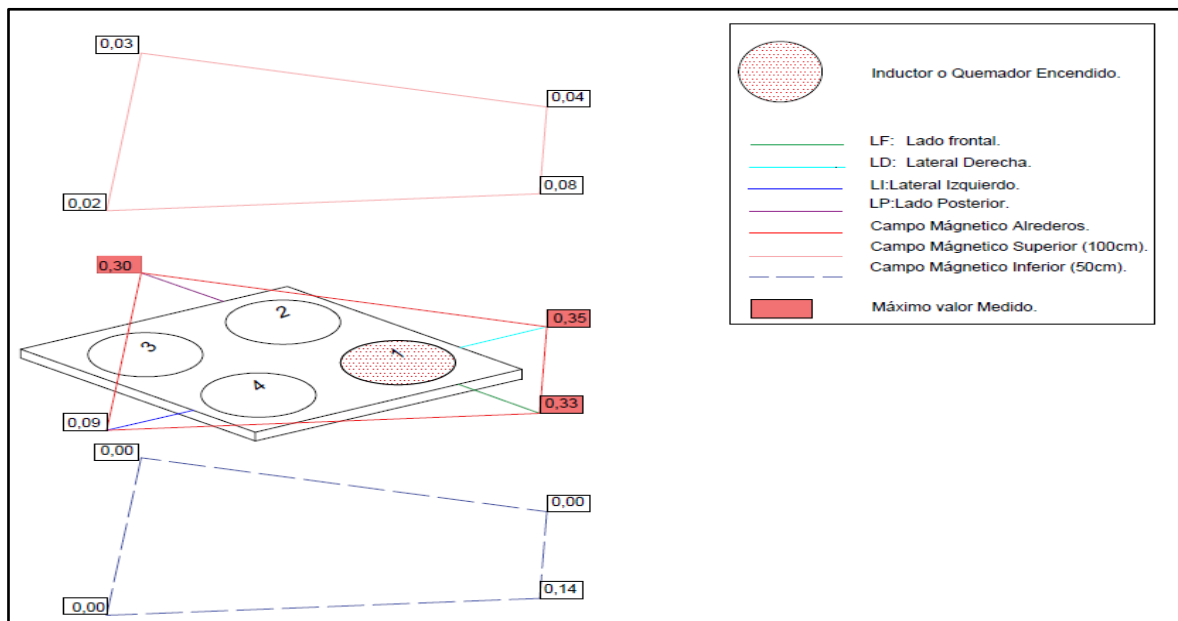
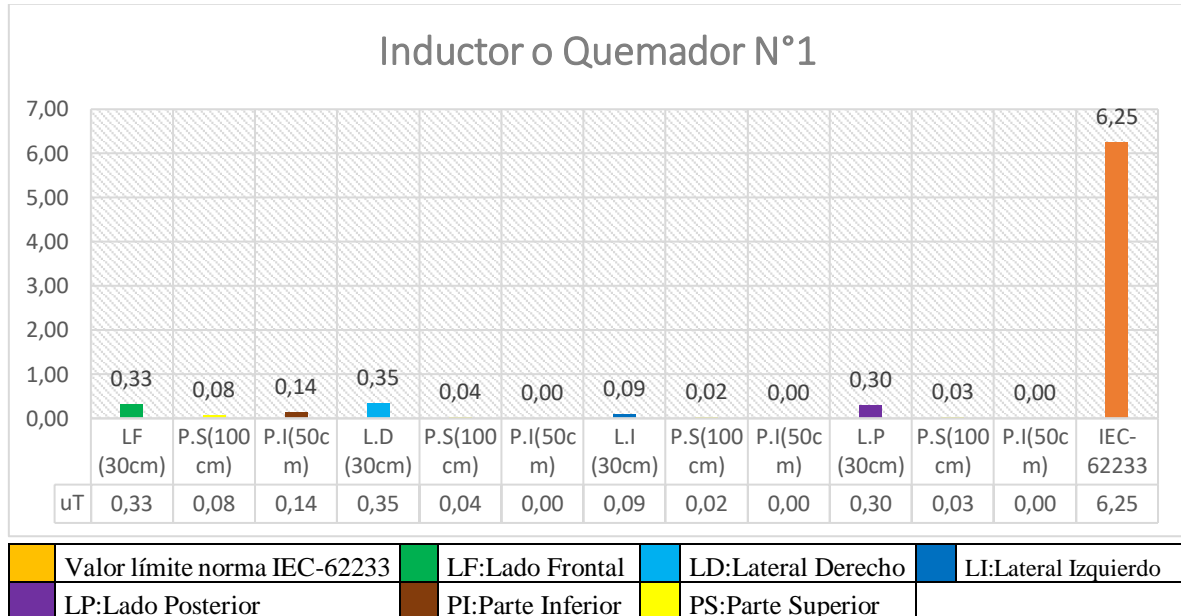


Fig. 43: Campo Magnético referente al inductor N°1 de la marca “E”

En la Fig. 43 los valores obtenidos de la marca “E” en el inductor 1, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 que es de 6,25 μT , en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, a su vez en la parte inferior del lado derecho e izquierdo y en el lateral posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio por lo que se le asigno un valor de cero. Existe tres puntos con valores máximos, en la parte frontal 0.33 μT , en el lateral derecho 0.35 μT y en la parte posterior por el reflejo de la pared se obtuvo un valor de 0.30 μT .

11.3.5.4. Inductor o Quemador N°3 de la marca “E”

Gráfico 19. Valores Obtenidos del Inductor N°3 de la marca “E”

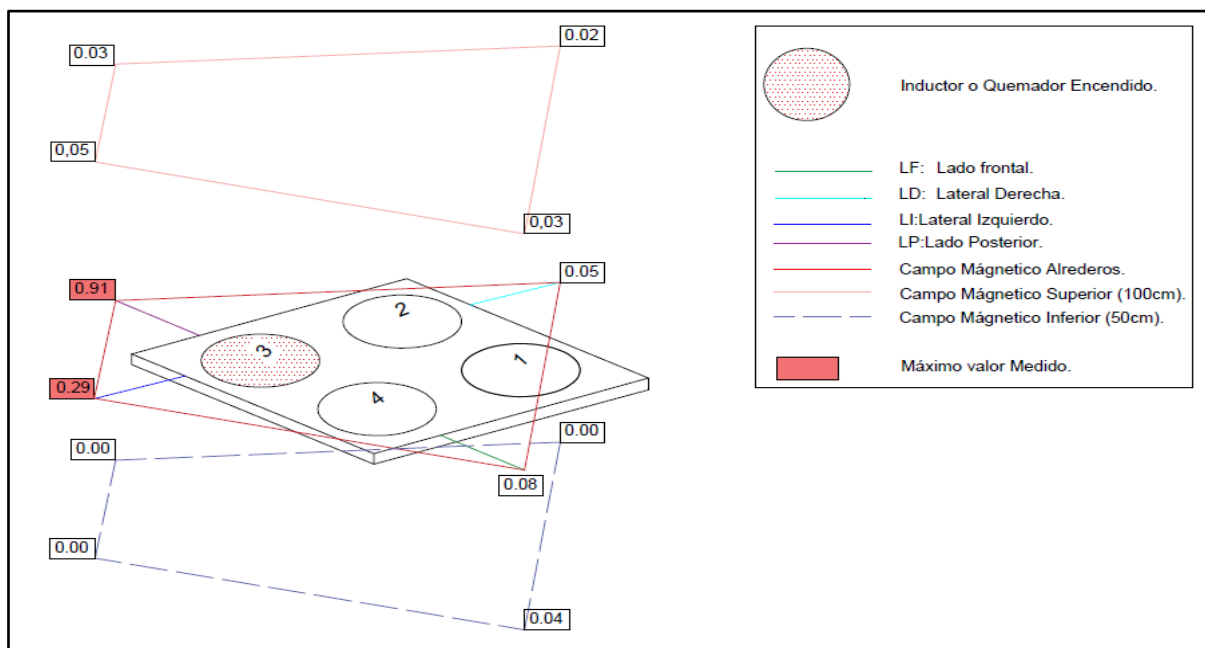
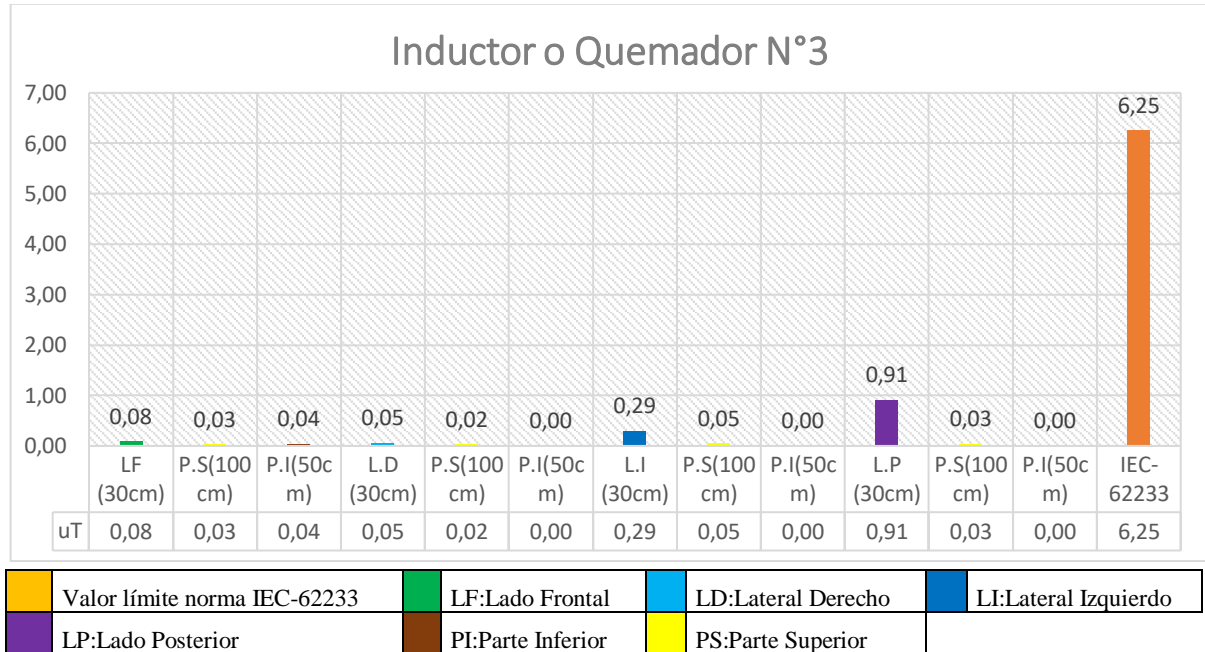


Fig. 45: Campo Magnético referente al inductor N°3 de la marca “E”

En la Fig. 45 los valores obtenidos de la marca “E” en el inductor 3, se encuentran por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 que es de 6,25 μT , en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, a su vez en la parte inferior del lado derecho e izquierdo y en el lateral posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio por lo que se le asigno un valor de cero. Existe dos puntos con valores máximos, en la parte posterior 0.91 μT y en la lateral izquierda 0.29 μT .

11.3.5.5. Inductor o Quemador N°4 de la marca “E”

Gráfico 20: Valores Obtenidos del Inductor N°4 de la marca “E”

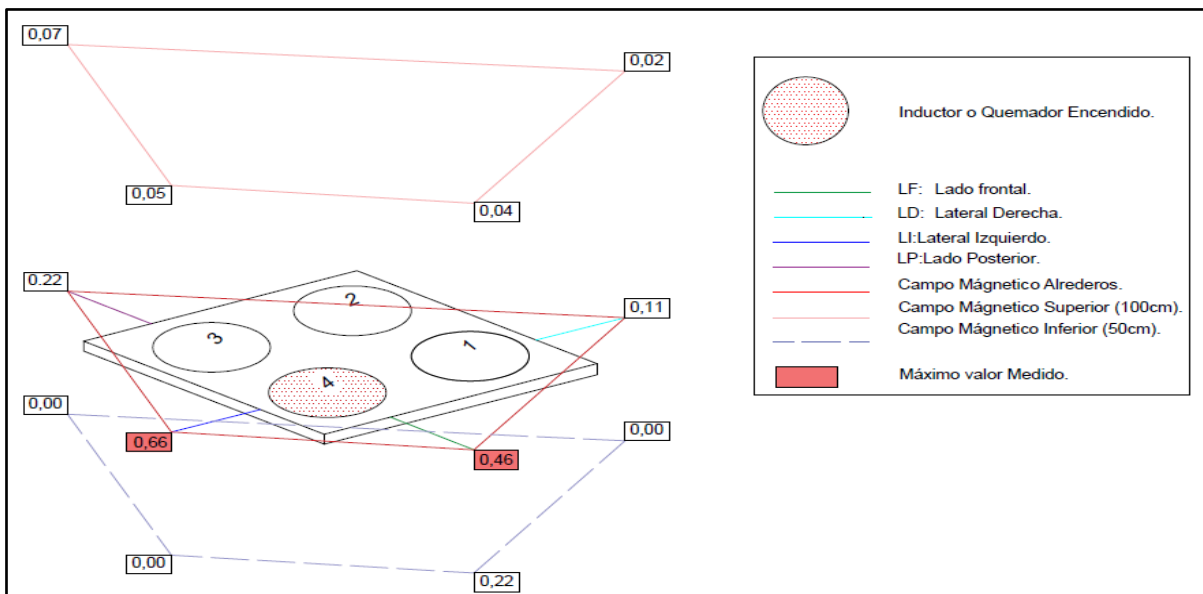
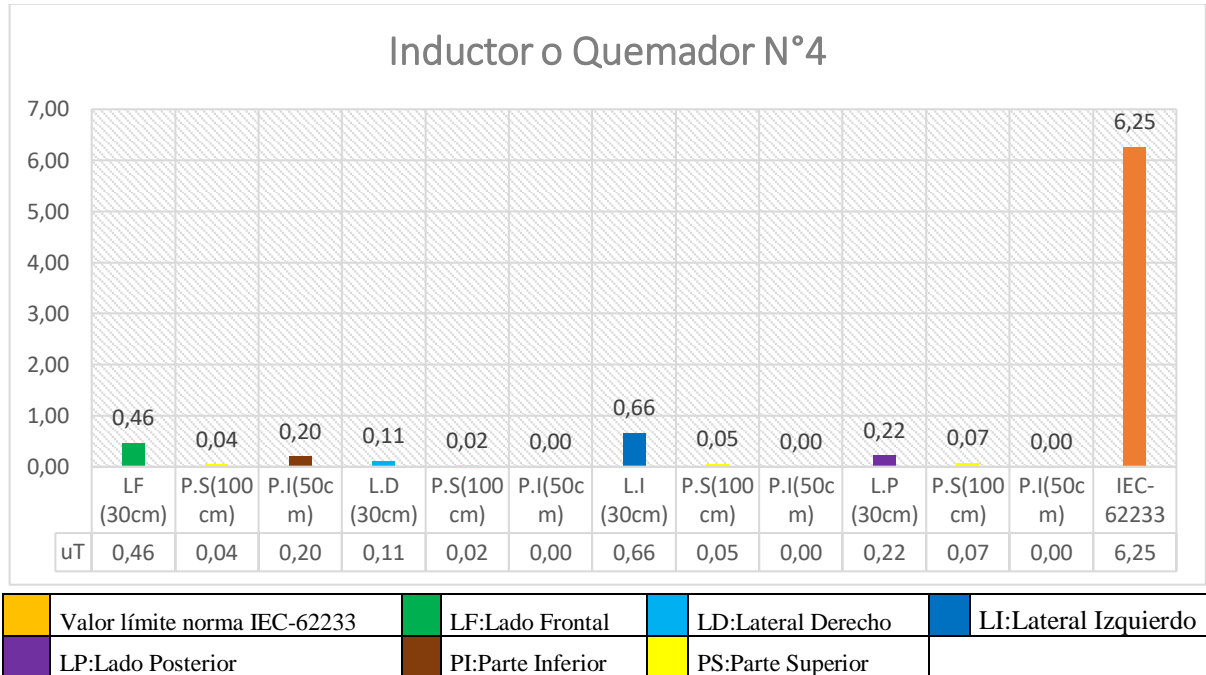





Fig. 46: Campo magnético referente al inductor N°4 de la marca “E”

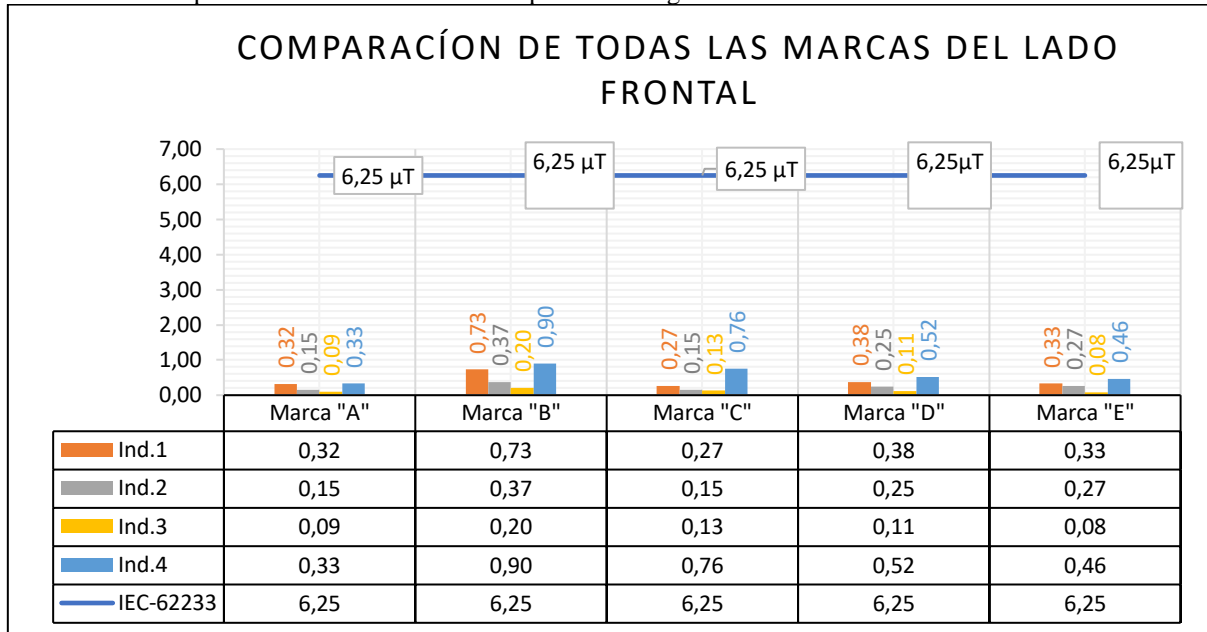
En la Fig. 46 los valores obtenidos de la marca “E” en el inductor 4, se encuentran m por debajo según lo establecido por la norma IEC 62233 que es de 6,25 μT , en los cuatro vértices a una distancia de 30 cm desde el borde del electrodoméstico hasta el sensor del aparato de medición de campos múltiples EMF 450, a su vez en la parte inferior del lado derecho e izquierdo y en el lateral posterior no se puede realizar las mediciones por falta de espacio por lo que se le asigno un valor de cero. Existe dos puntos con valores máximos, en la parte frontal de 0.46 μT y en la lateral izquierda de 0.66 μT .

11.4. Comparación de cocinas a inducción en todas las marcas según la norma IEC-62233

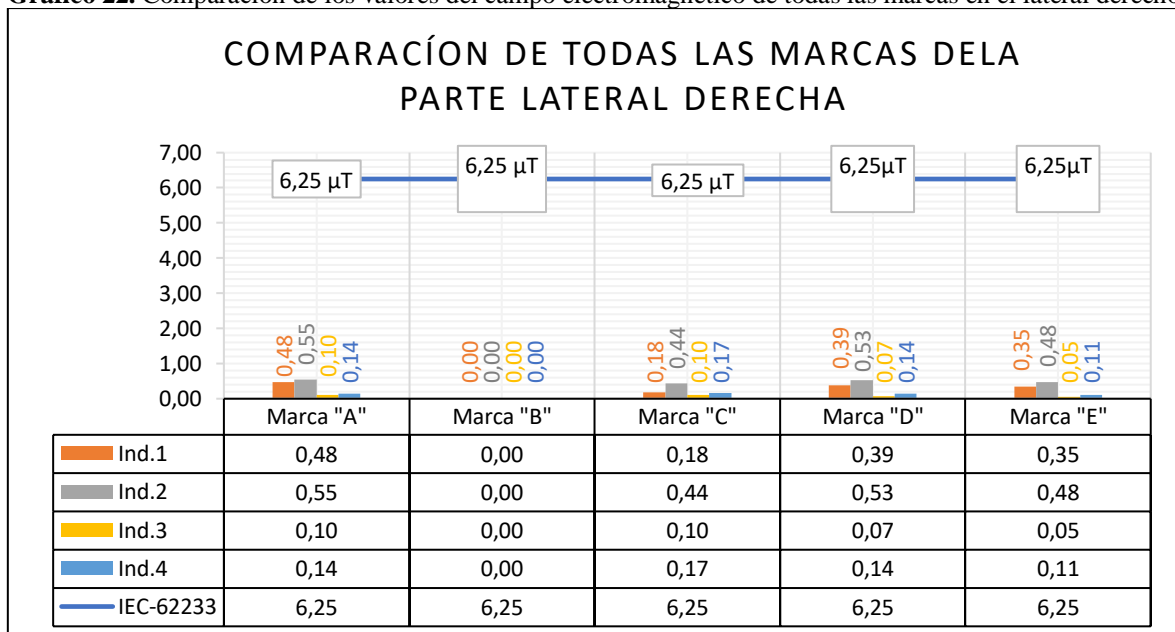
Tabla 13. Comparación de los valores obtenidos de todas las marcas

COMPARACIÓN DEL CAMPO MAGNETICO EN TODAS LAS MARCAS.							
Medidas Obtenidas en la parte frontal a 30cm según la IEC-62233 en unidades de (μ T).							
Marca de cocina	Ind.1	Ind.2	Ind.3	Ind.4	Limite IEC-62233	Cumple	
Marca "A"	0,32	0,15	0,09	0,33	6,25	SI	
Marca "B"	0,73	0,37	0,20	0,90	6,25	SI	
Marca "C"	0,27	0,15	0,13	0,76	6,25	SI	
Marca "D"	0,38	0,25	0,11	0,52	6,25	SI	
Marca "E"	0,33	0,27	0,08	0,46	6,25	SI	
Medidas Obtenidas en la parte lateral derecha 30cm según la IEC-62233 en unidades de (μ T).							
Marca de cocina	Ind.1	Ind.2	Ind.3	Ind.4	Limite IEC-62233	Cumple	
Marca "A"	0,48	0,55	0,10	0,14	6,25	SI	
Marca "B"	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	SI	
Marca "C"	0,18	0,44	0,10	0,17	6,25	SI	
Marca "D"	0,39	0,53	0,07	0,14	6,25	SI	
Marca "E"	0,35	0,48	0,05	0,11	6,25	SI	
Medidas Obtenidas en la parte lateral izquierda a 30cm según la IEC-62233 en unidades de (μ T).							
Marca de cocina	Ind.1	Ind.2	Ind.3	Ind.4	Limite IEC-62233	Cumple	
Marca "A"	0,13	0,14	0,49	0,56	6,25	SI	
Marca "B"	0,20	0,34	0,78	0,91	6,25	SI	
Marca "C"	0,08	0,15	0,34	0,85	6,25	SI	
Marca "D"	0,11	0,14	0,31	0,73	6,25	SI	
Marca "E"	0,09	0,11	0,29	0,66	6,25	SI	
Medidas Obtenidas en la parte posterior a 30cm según la IEC-62233 en unidades de (μ T).							
Marca de cocina	Ind.1	Ind.2	Ind.3	Ind.4	Limite IEC-62233	Cumple	
Marca "A"	0,18	0,56	0,42	0,11	6,25	SI	
Marca "B"	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	SI	
Marca "C"	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	SI	
Marca "D"	0,36	0,91	0,99	0,27	6,25	SI	
Marca "E"	0,30	0,83	0,92	0,22	6,25	SI	
	Marca Deficiente			Mejor Marca			Si cumple con la norma

Los valores obtenidos en la Tabla 13 se dan a conocer la comparación de todas las marcas evaluadas con sus 4 inductores en referencia de sus 4 bordes de medición como son la parte frontal, parte lateral derecha, parte lateral izquierda y la parte posterior, dichas cocina en sus especificaciones técnicas de cada marca las 4 tienen un nivel de potencia de 9, considerando este nivel como el máximo por lo cual se aplicó este nivel a las 5 marcas de igual manera se empleó paso a paso lo establecido por la norma IEC-62233 considerando que el valor mínimo del campo magnético es de $6.25 \mu\text{T}$ en todas las marcas evaluadas el valor de campo magnético obtenido se encuentran en un rango inferior al límite establecido llegando a comprobar que todas las marcas están cumpliendo con la norma.

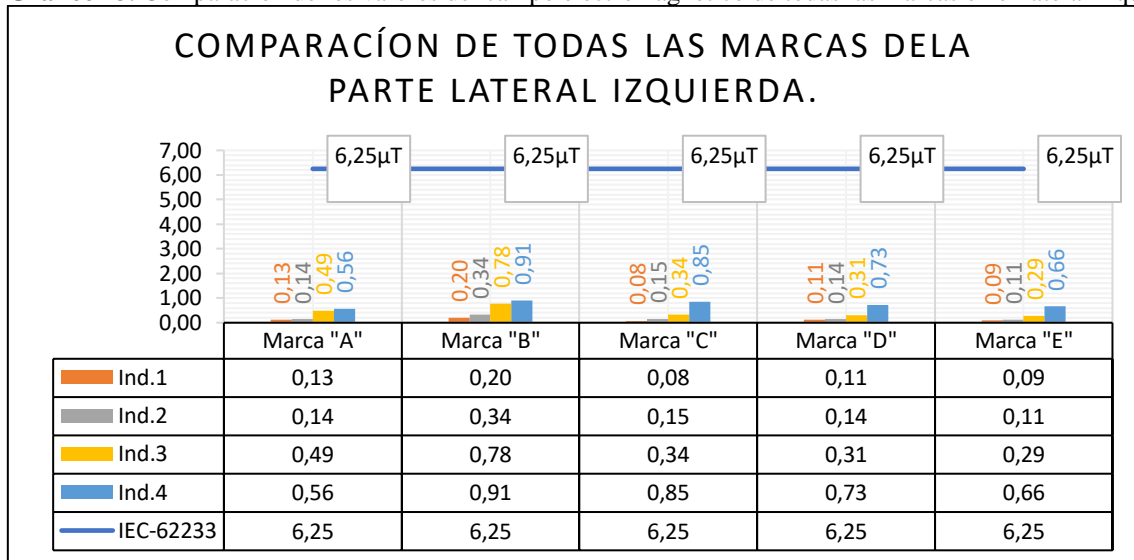
Gráfico 21. Comparación de los valores del campo electromagnético de todas las marcas en el lado frontal

Una vez realizada la comparación con todas las marcas se realiza la representación estadística de cada borde medido en sus cuatro inductores de cada marca en el gráfico 21. En la parte frontal para la marca "A" en el Ind.1 que se encuentra de color anaranjado tiene un valor de 0.32 μT , seguidamente el Ind.2 que se encuentra de color gris tiene un valor de 0.15 μT , después el Ind.3 que se encuentra de color amarillo tiene un valor de 0.09 μT . y finalmente el Ind.4 que se encuentra de color azul tiene un valor de 0.33 μT de igual manera tanto el color como el orden para los demás inductores restantes se mantiene para las marcas "B, C, D, E".

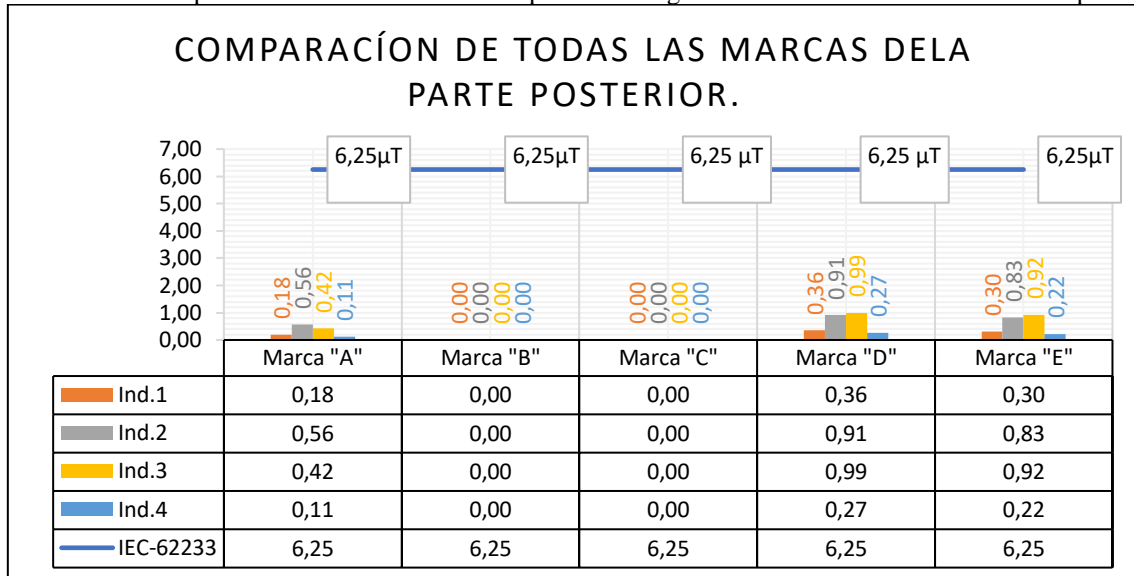
Gráfico 22. Comparación de los valores del campo electromagnético de todas las marcas en el lateral derecho

Los valores obtenidos de la parte lateral derecha se encuentran por debajo del valor límite establecido por la norma IEC-62233 como se puede ver en el gráfico 22. Para la marca “A” en el Ind.1 que se encuentra de color anaranjado tiene un valor de 0.48 μT , seguidamente el Ind.2 que se encuentra de color gris tiene un valor de 0.55 μT , después el Ind.3 que se encuentra de color amarillo tiene un valor de 0.10 μT . y finalmente el Ind.4 que se encuentra de color azul tiene un valor de 0.14 μT de igual manera tanto el color como el orden para los demás inductores restantes se mantiene para las marcas “B, C, D, E”, cabe mencionar que para la marca “B” en sus cuatro inductores tiene un valor de 0 μT debido que no se pudo realizar las medidas por falta de espacio cuya obstrucción fueron dos paredes.

Gráfico 23. Comparación de los valores del campo electromagnético de todas las marcas en el lateral izquierdo



Para la parte lateral izquierda los valores obtenidos se encuentran por debajo del valor límite establecido por la norma IEC-62233 como se puede ver en el gráfico 22. Para la marca “A” en el Ind.1 que se encuentra de color anaranjado tiene un valor de 0.13 μT , seguidamente el Ind.2 que se encuentra de color gris tiene un valor de 0.14 μT , después el Ind.3 que se encuentra de color amarillo tiene un valor de 0.49 μT . y finalmente el Ind.4 que se encuentra de color azul tiene un valor de 0.56 μT de igual manera tanto el color como el orden para los demás inductores restantes se mantiene para las marcas “B, C, D, E”

Gráfico 24. Comparación de los valores del campo electromagnético de todas las marcas en el lado posterior

Finalmente, para la parte posterior los valores obtenidos se encuentran por debajo del valor límite establecido por la norma IEC-62233. En el gráfico 24 la marca "A" en el Ind.1 que se encuentra de color anaranjado tiene un valor de 0.18 μT , seguidamente el Ind.2 que se encuentra de color gris tiene un valor de 0.56 μT , después el Ind.3 que se encuentra de color amarillo tiene un valor de 0.42 μT . y finalmente el Ind.4 que se encuentra de color azul tiene un valor de 0.11 μT de igual manera tanto el color como el orden para los demás inductores restantes se mantiene para las marcas "B, C, D, E" cabe mencionar que para la marca "B,C" en sus cuatro inductores tiene un valor de 0 μT debido que no se pudo realizar las medidas por falta de espacio cuya obstrucción fueron dos paredes.

Una vez finalizado el análisis estadístico de todas las marcas se pudo observar que el valor del campo magnético producido por la marca "A" a pesar que están dentro de los límites admisibles dichos valor en comparación con las otras marcas son elevados que se puede observar en la Tabla 13 y se encuentran resaltado de color rojo, de igual manera el valor del campo magnético producido de la marca "E" estos valores en comparación con las otras marcas son inferiores que en la misma tabla se encuentran resaltadas de color amarillo convirtiéndose esta marca en la mejor para la adquisición de los usuarios.

11.5. Medidas de acuerdo al procedimiento reduciendo la distancia de evaluación del campo electromagnético.

En esta parte de la investigación las medidas fueron tomadas desde el centro del inductor hacia afuera con sus respectivas medidas especificadas anteriormente de igual manera se realizaron 3 mediciones en todos sus puntos, obteniendo sus respectivo promedio cuyas medidas en todos los puntos referente a potencia mínima, media sus valores obtenidos son bajos como se puede observar en los 10 primeros Anexos por esta razón los autores decidieron despreciaran dichos datos para la representación estadística.

Las medidas obtenidas en potencia máxima referente a los puntos de medición de 30cm en sus cuatro vértices sus valores son altos por esta razón se realiza la representación estadística de la siguiente manera sus inductores de manera individual, todos sus inductores encendidos y sus respectivas combinaciones como el procedimiento descrito anteriormente para cada cocina evaluada , cabe mencionar que de igual manera en todos los puntos de 60cm y 100cm sus valores son bajos de igual manera se desprecia para la representación estadística.

11.5.1. Medidas de la Marca “A” inductores individuales

En la Tabla 13 se da a conocer los valores promediados sobre las tres medidas realizadas a la marca “A” en sus cuatro vértices desde el centro del inductor seguidamente se indica los gráficos estadísticos.

11.5.1.1. Inductor o Quemador N°1

Gráfico 25. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°1 de la marca “A”

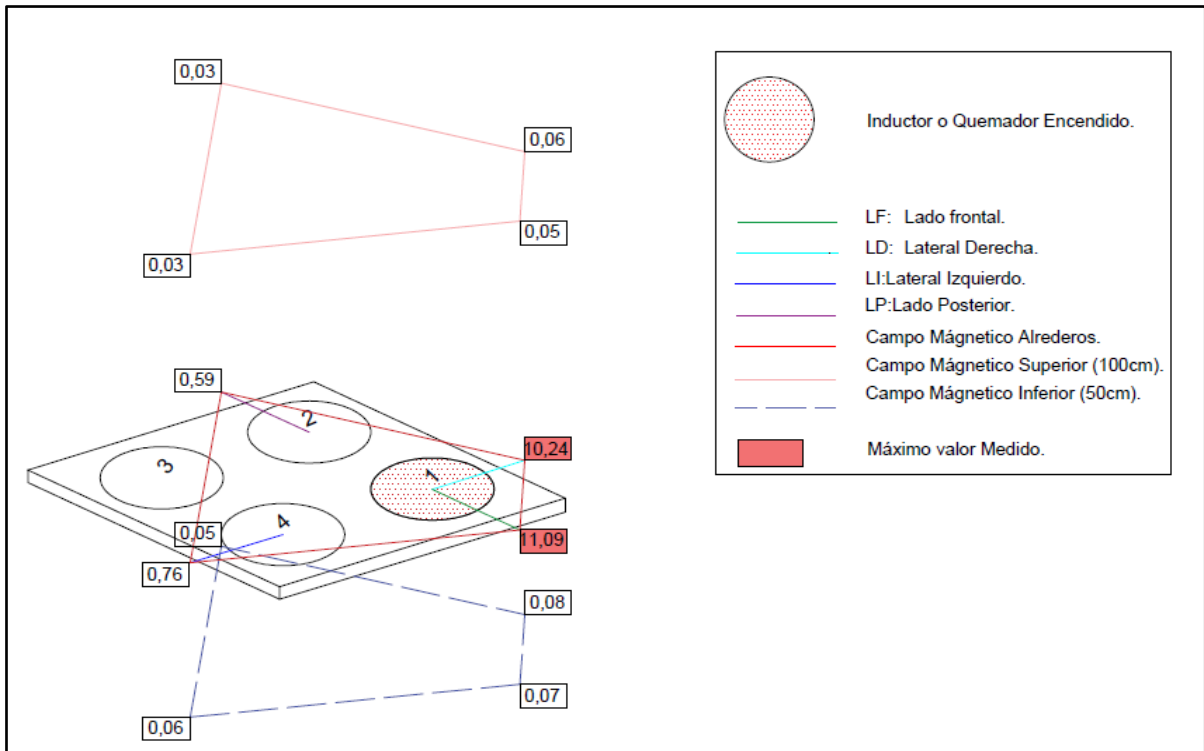
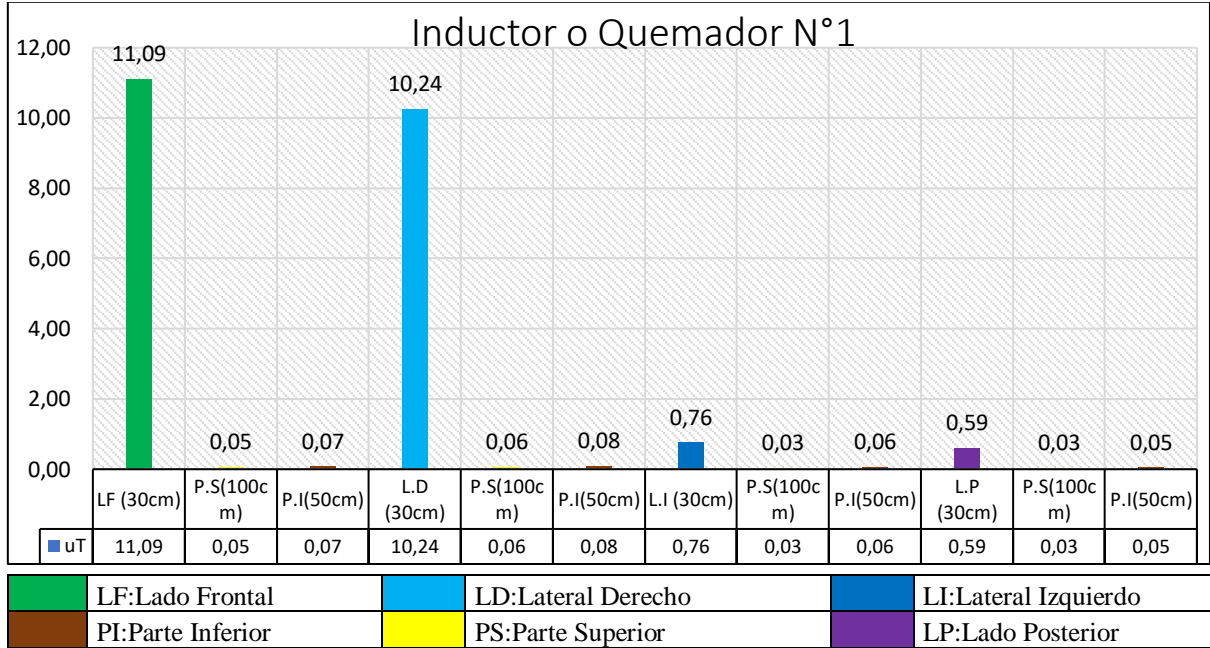


Fig. 47: Campo Magnético desde el centro del inductor N°1 de la marca “A”

Los valores obtenidos de la marca “A” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 49 en el lado frontal con 11.09 μT y en el parte lateral derecho con 10.24 μT .

11.5.1.2. Inductor o Quemador N°2

Gráfico 26. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°2 de la marca "A"

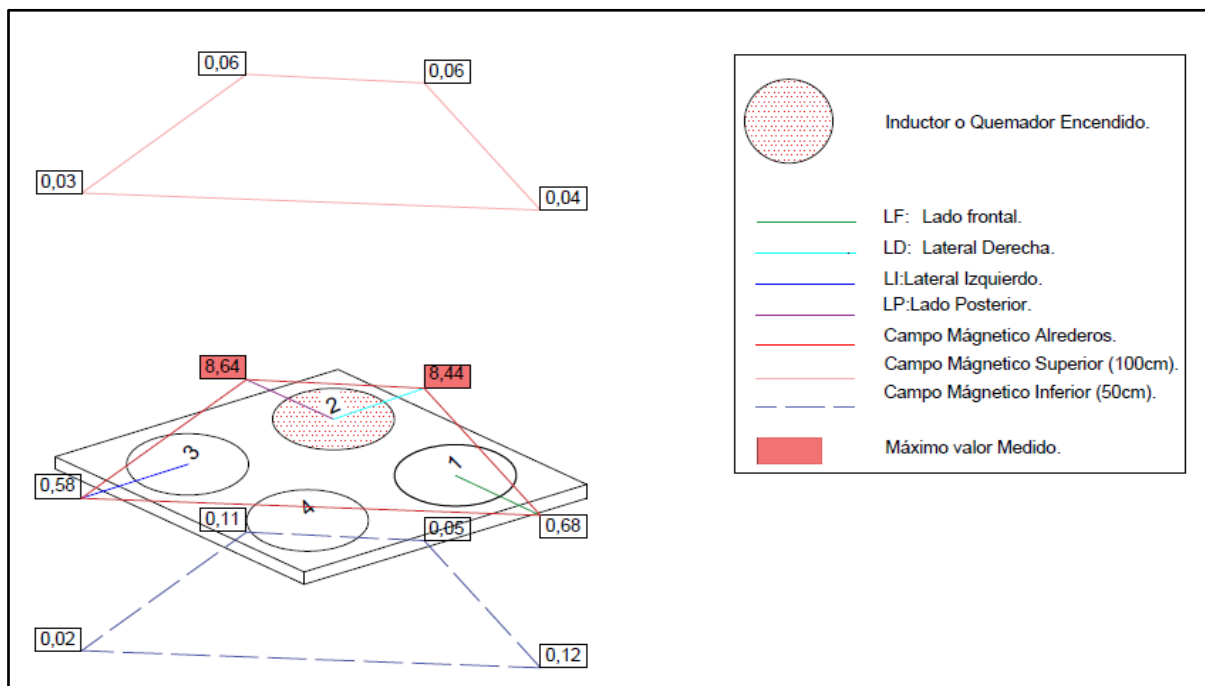
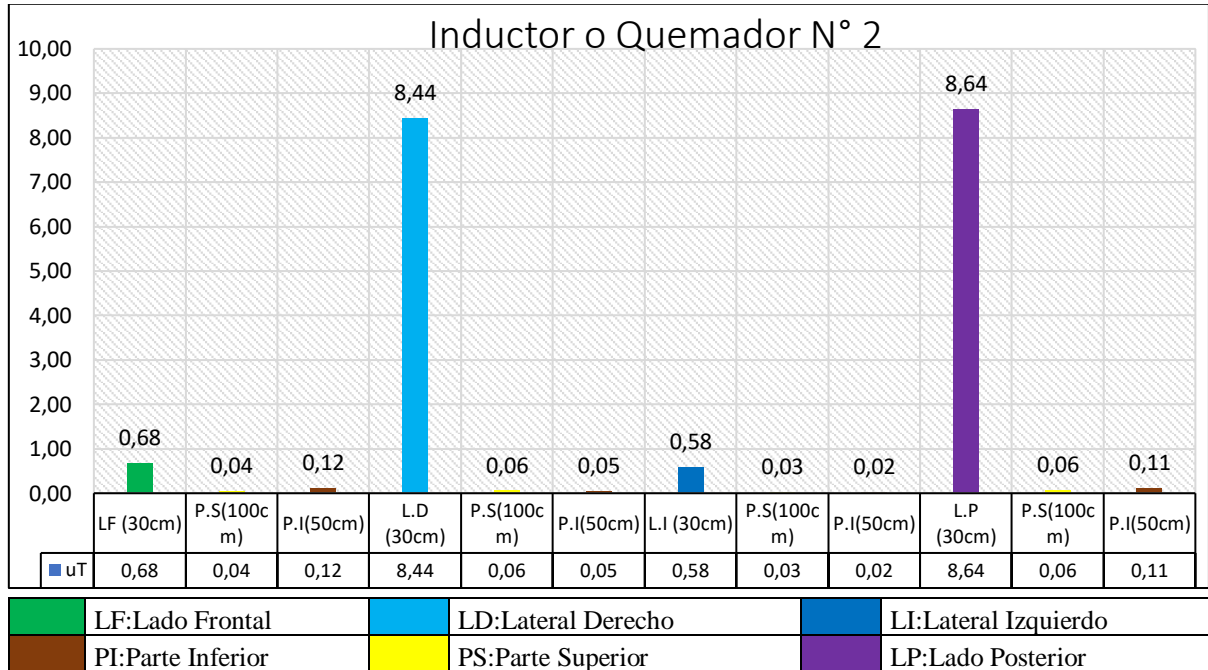


Fig. 48: Campo Magnético desde el centro del inductor N°2 de la marca "A"

Los valores obtenidos de la marca "A" de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 40 en la parte lateral derecho con 8.44 μT y en el lado posterior con 8.64 μT .

11.5.1.3. Inductor o Quemador N°3

Gráfico 27. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°3 de la marca “A”

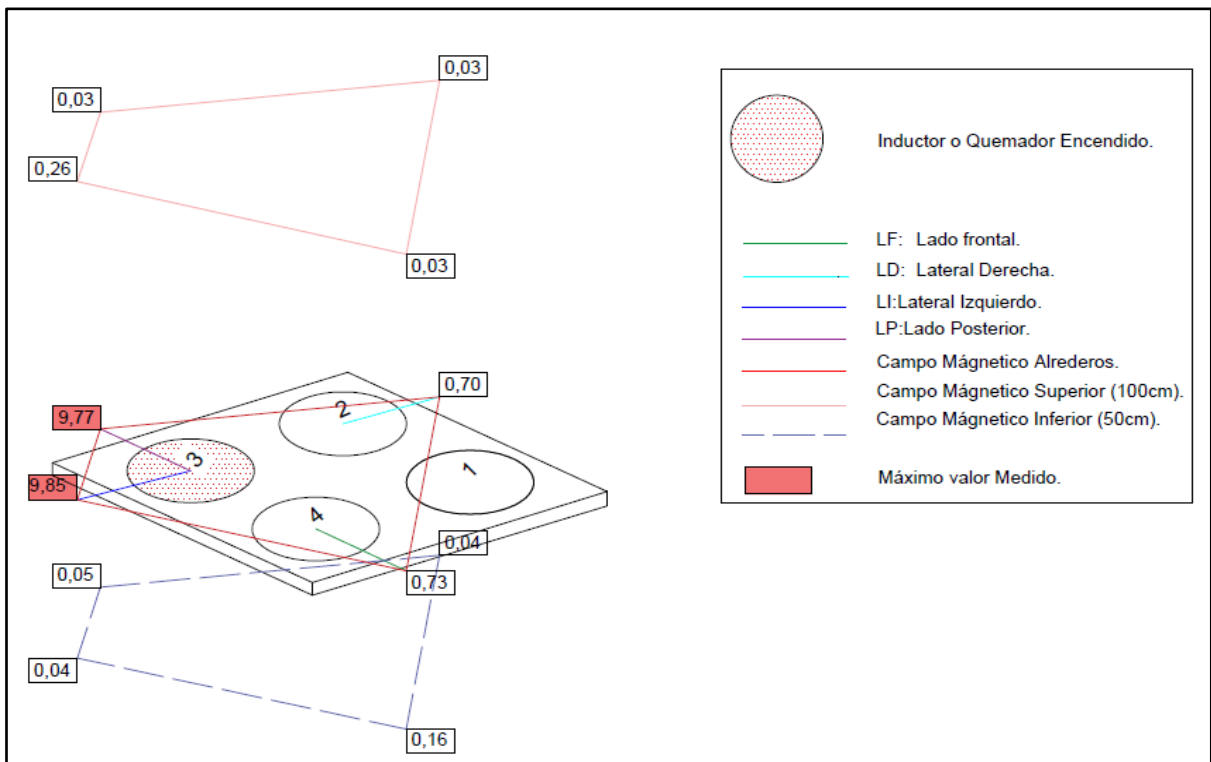
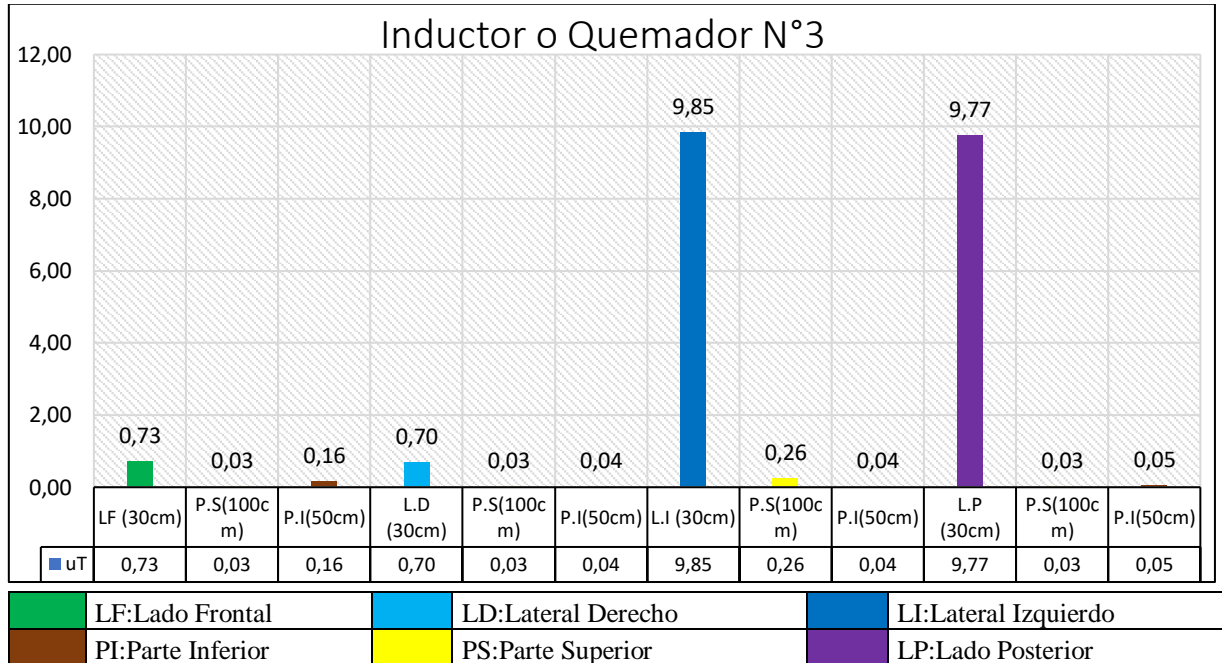


Fig. 49: Campo Magnético desde el centro del inductor N°3 de la marca “A”

Los valores obtenidos de la marca “A” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 51 en la parte lateral izquierdo con 9.85 μ T y en el lado posterior con 9.77 μ T.

11.5.1.4. Inductor o Quemador N°4

Gráfico 28. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°4 de la marca “A”

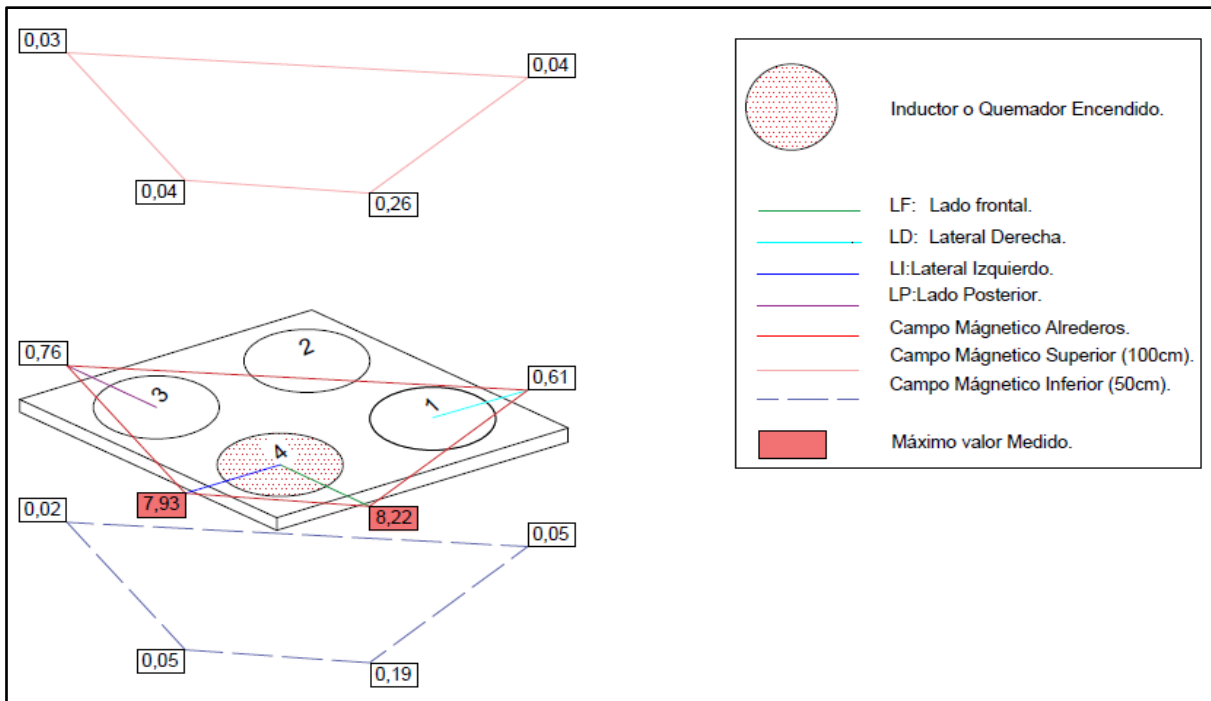
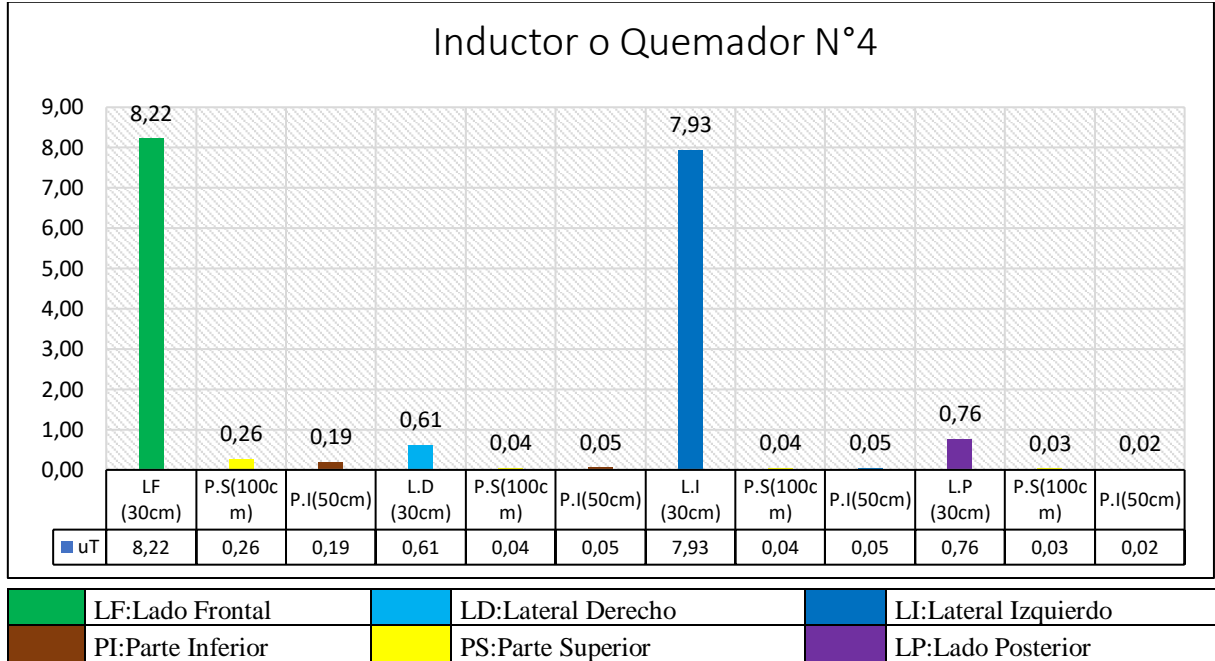


Fig. 50: Campo Magnético desde el centro del inductor N°4 de la marca “A”

Los valores obtenidos de la marca “A” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 52 en el lado frontal con 8.22 μT y en la parte lateral izquierdo con 7.93 μT .

11.5.2.1. Inductor o Quemador N°1

Gráfico 29. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°1 de la marca “B”

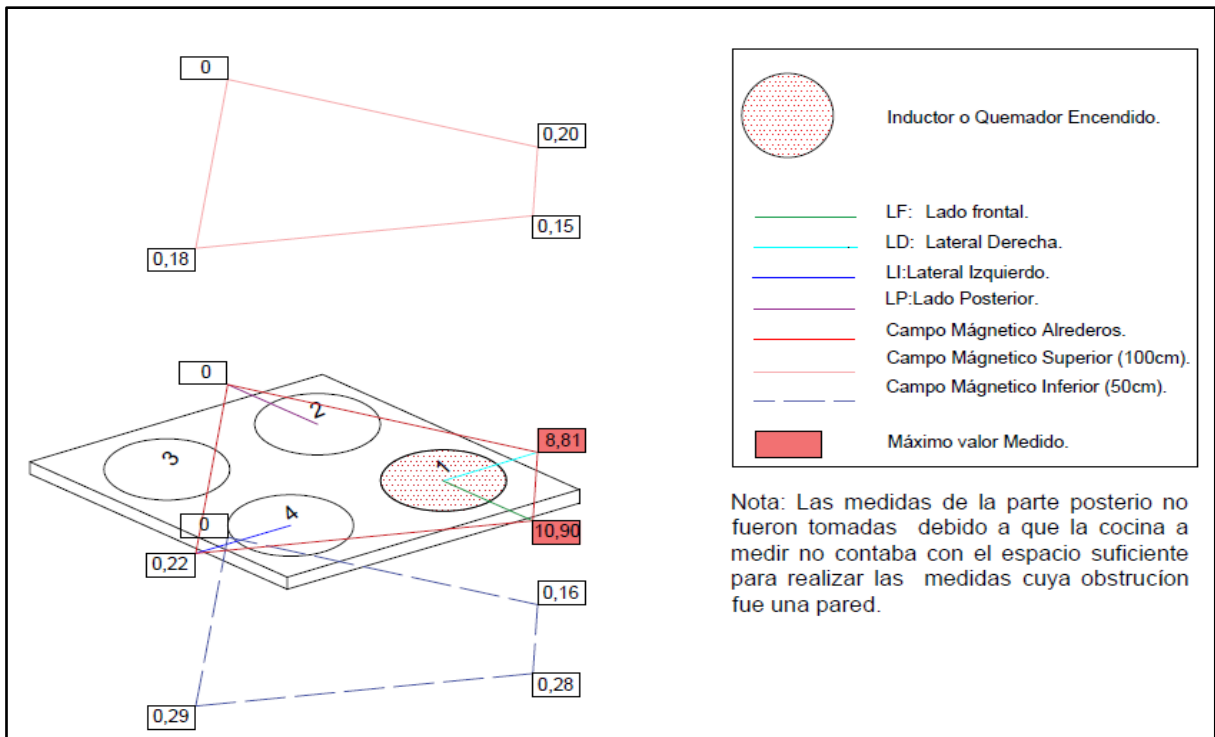
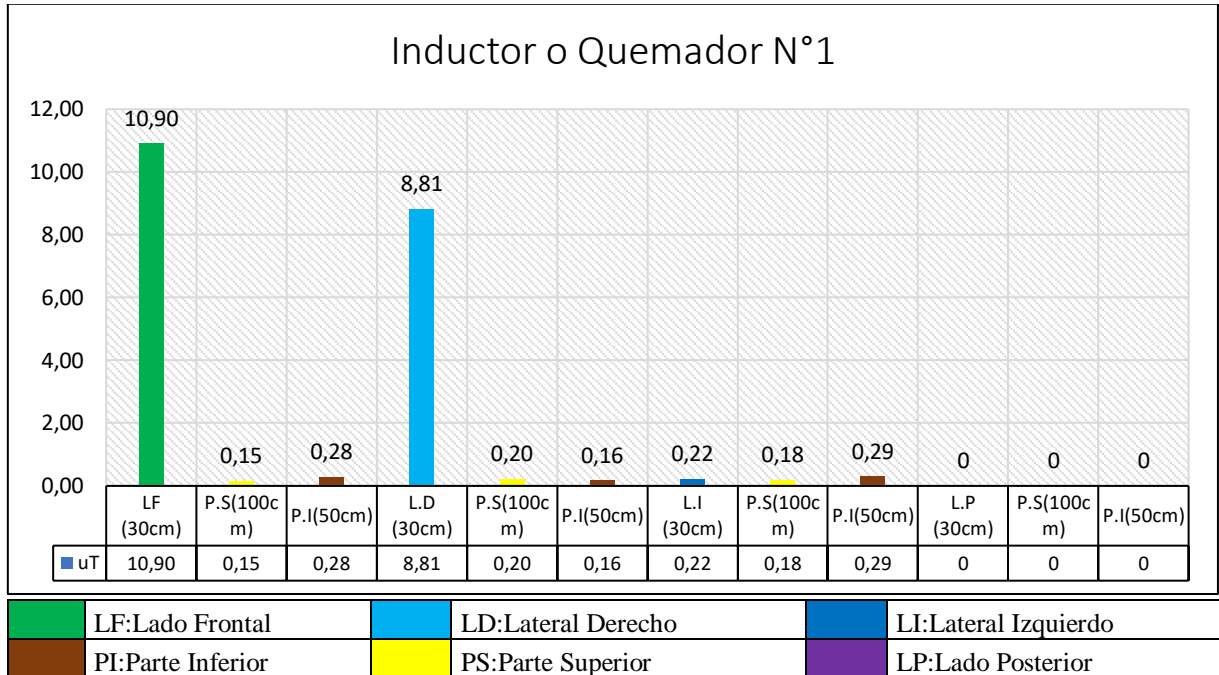


Fig. 51: Campo Magnético desde el centro del inductor N°1 de la marca “B”

Los valores obtenidos de la marca “B” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 53 en el lado frontal con 10.90 μ T y en la parte lateral derecho con 8.81 μ T.

11.5.2.2. Inductor o Quemador N°2

Gráfico 30. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°2 de la marca “B”

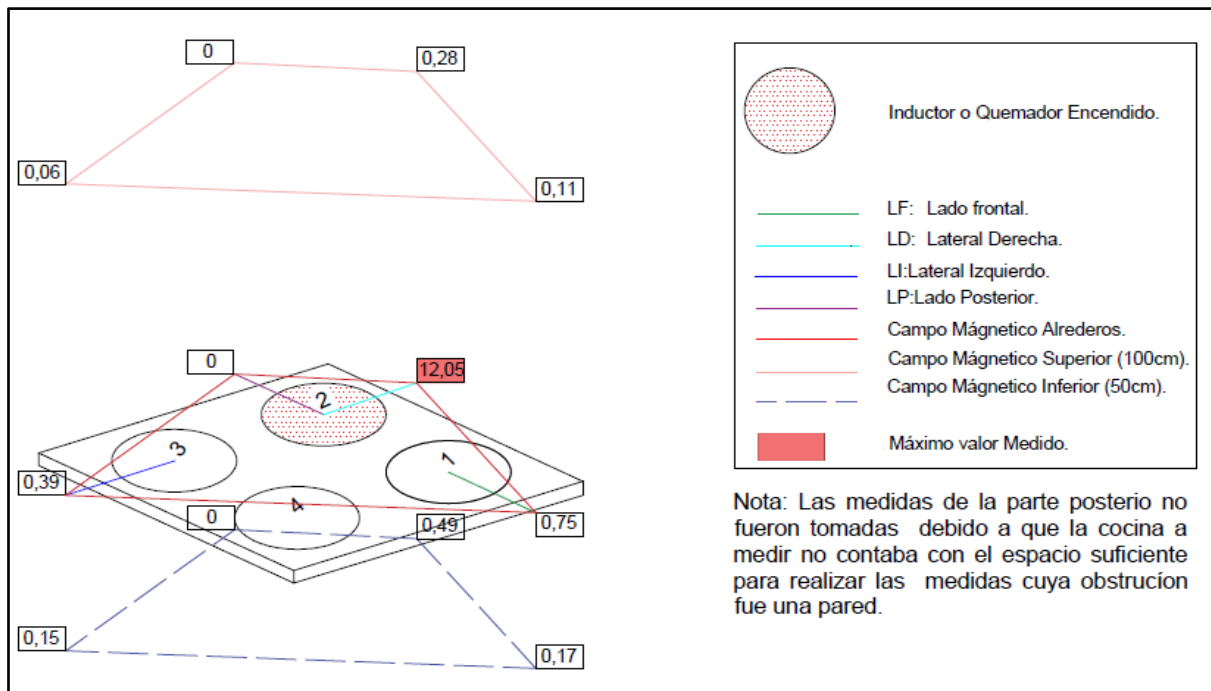
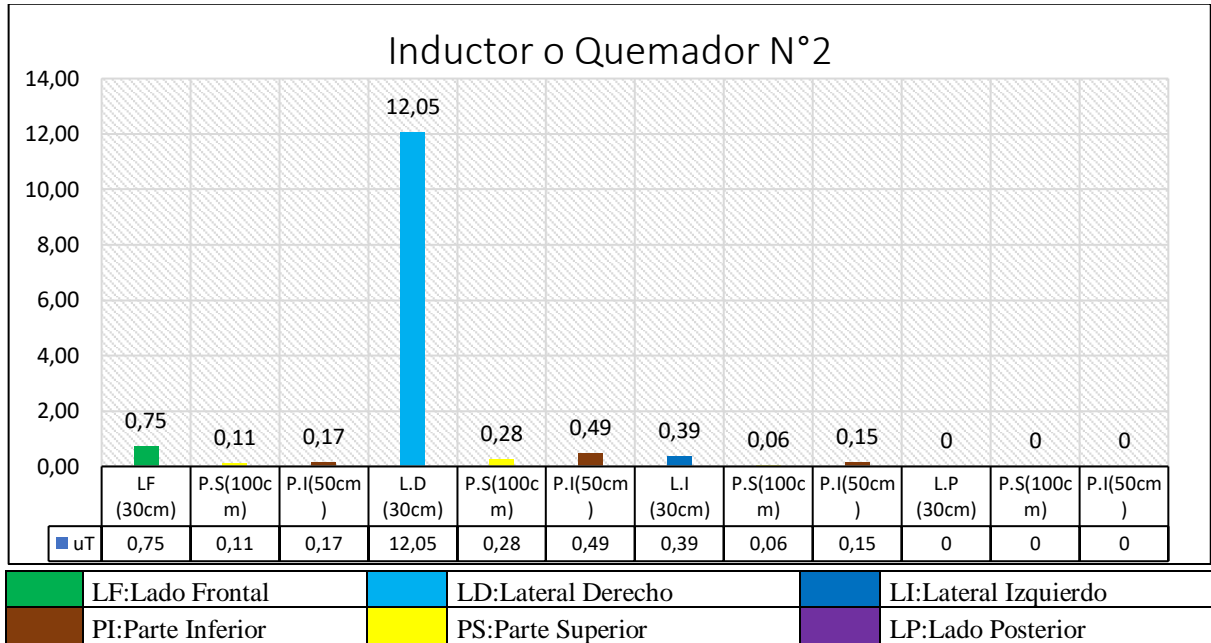


Fig. 52: Campo Magnético desde el centro del inductor N°2 de la marca “B”

Los valores obtenidos de la marca “B” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 54 en el lado lateral derecho con 12.05 μ T y en el lado posterior con 0 μ T por falta de espacio.

11.5.2.3. Inductor o Quemador N°3

Gráfico 31. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°3 de la marca “B”

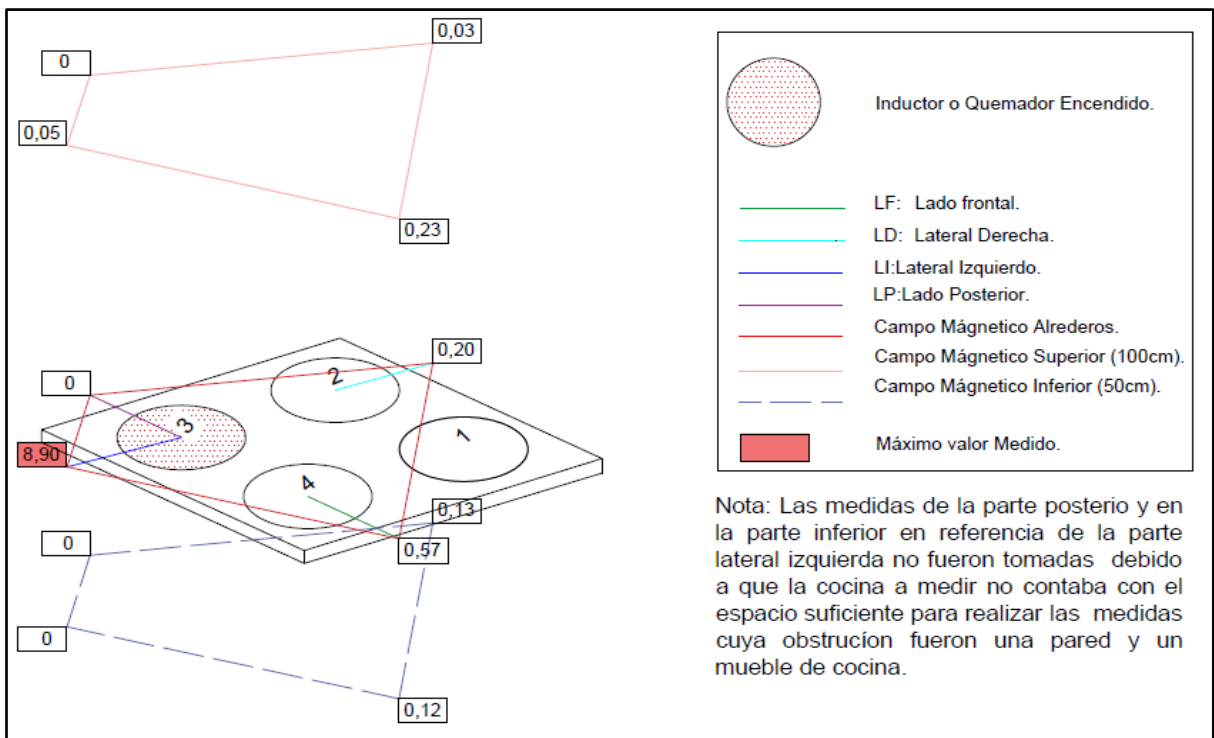
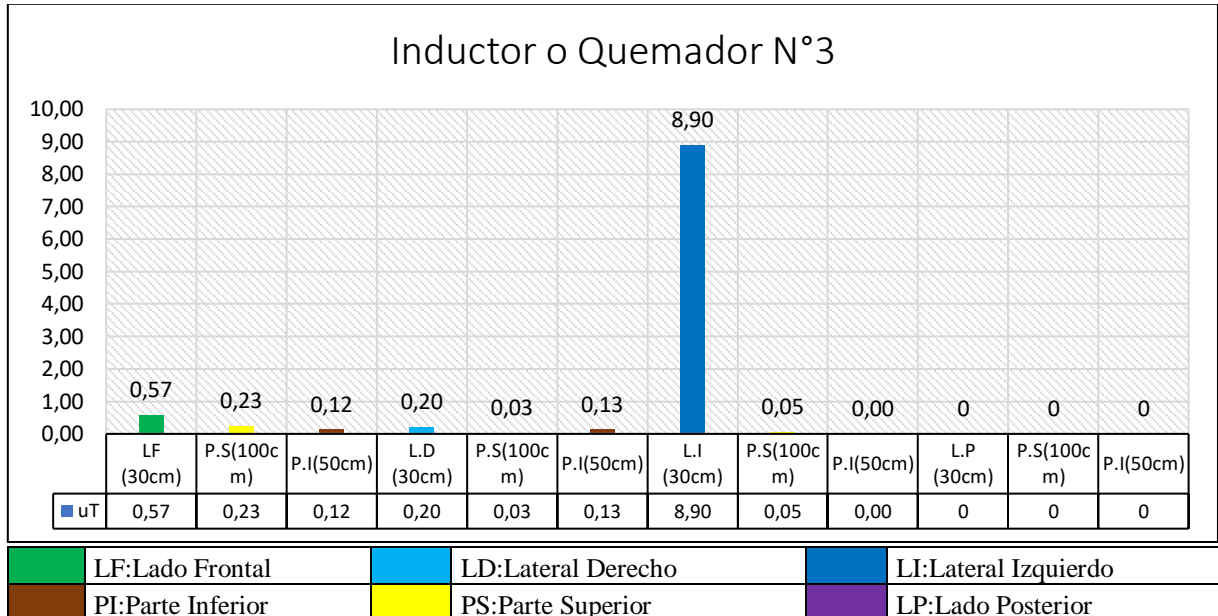


Fig. 53: Campo Magnético desde el centro del inductor N°3 de la marca “B”

Los valores obtenidos de la marca “B” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 55 en la parte lado lateral izquierdo con 8.90 μ T y en la parte posterior con 0 μ T por falta de espacio.

11.5.2.4. Inductor o Quemador N°4

Gráfico 32. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°4 de la marca “B”

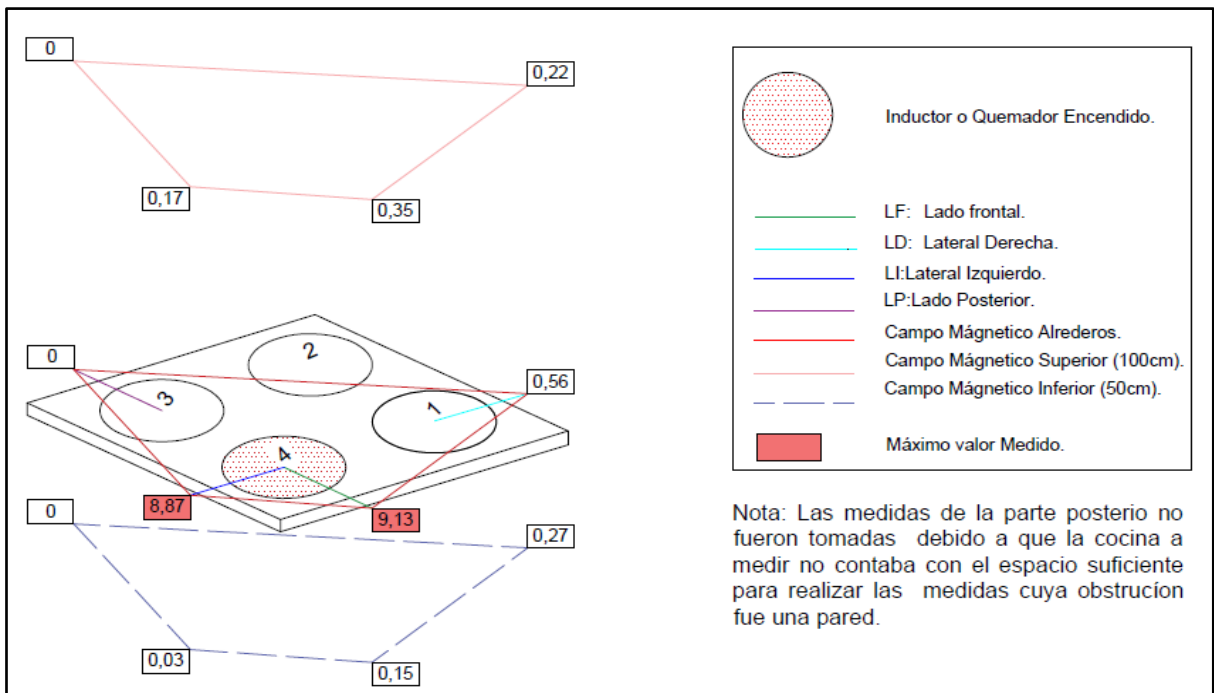
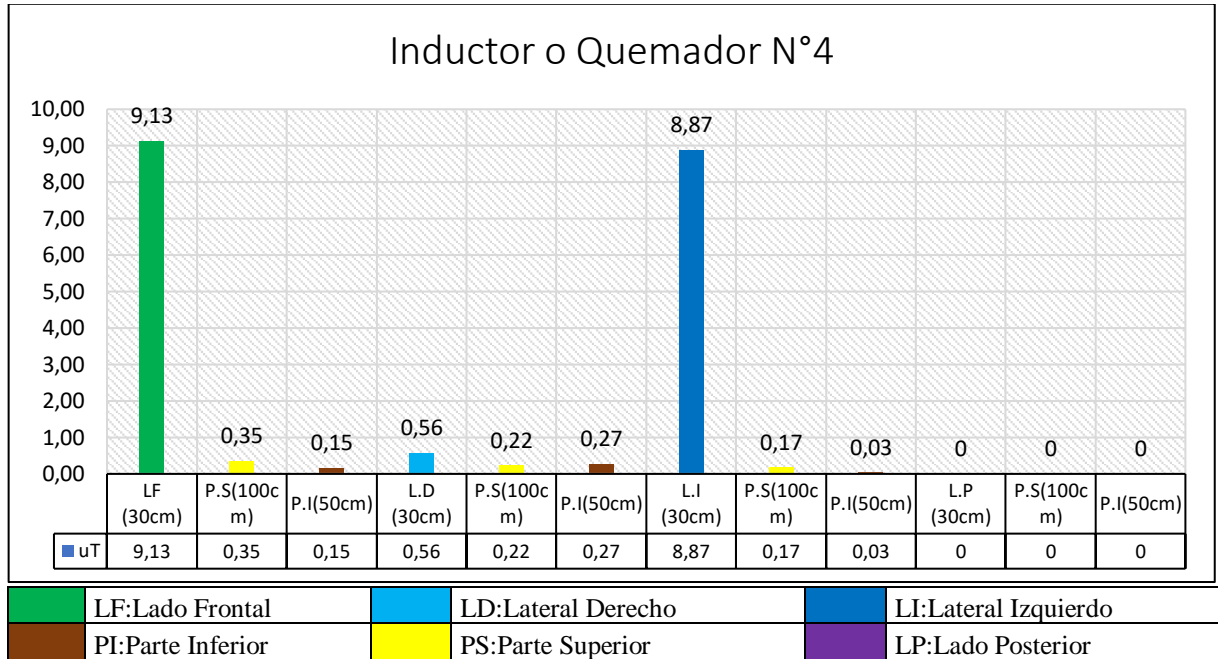


Fig. 54: Campo Magnético desde el centro del inductor N°4 de la marca “B”

Los valores obtenidos de la marca “B” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 56 en el lado frontal con 9.13 μT y en la parte lateral izquierdo con 8.87 μT .

11.5.3.1. Inductor o Quemador N°1

Gráfico 33: Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°1 de la marca “C”

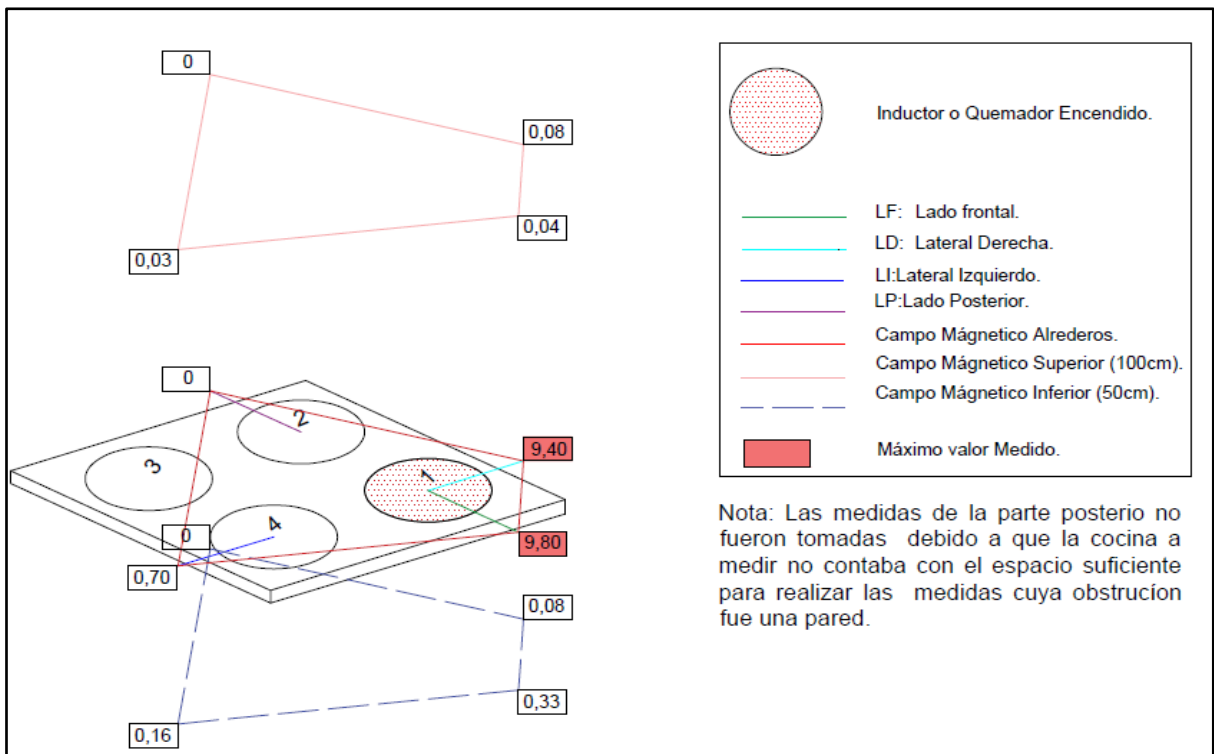
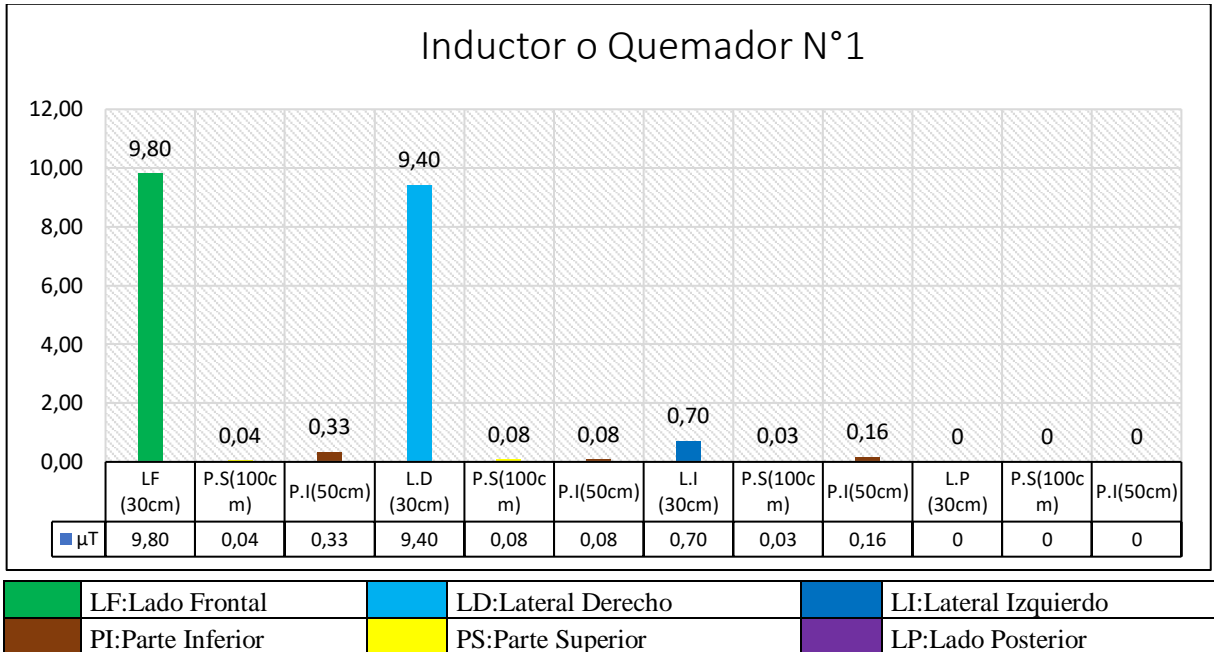


Fig. 55: Campo Magnético desde el centro del inductor N°1 de la marca “C”

Los valores obtenidos de la marca “C” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 57 en el lado frontal con 9.80 μT y en la parte lateral derecho con 9.40 μT.

11.5.3.2. Inductor o Quemador N°2

Gráfico 34. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°2 de la marca “C”

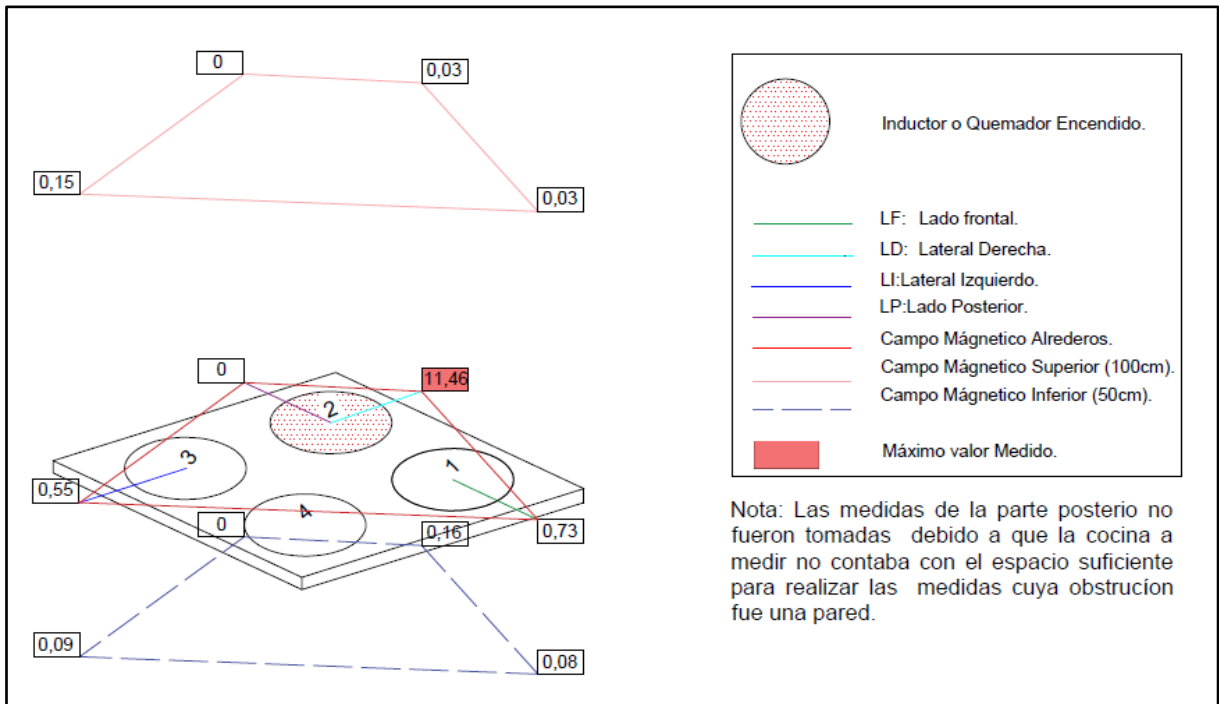
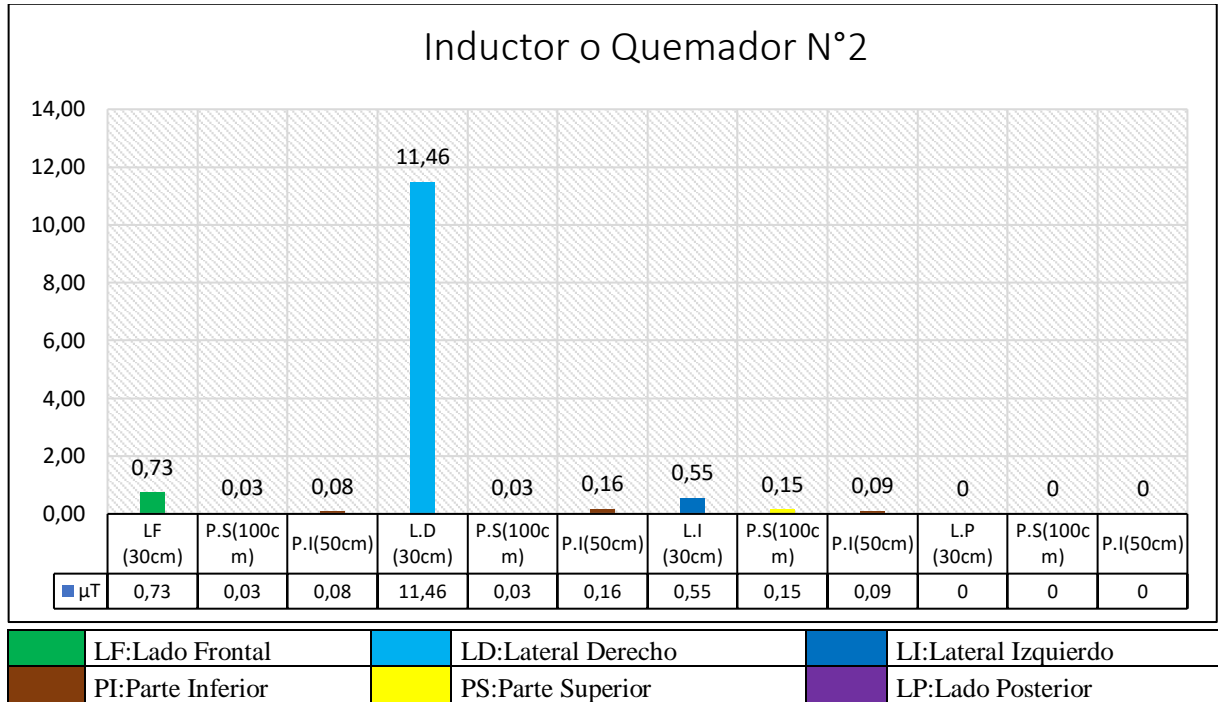


Fig. 56: Campo Magnético desde el centro del inductor N°2 de la marca “C”

Los valores obtenidos de la marca “C” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 58 en el lado lateral derecho con 11.46 µT y en el lado posterior con 0 µT por falta de espacio.

11.5.3.3. Inductor o Quemador N°3

Gráfico 35. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°3 de la marca “C”

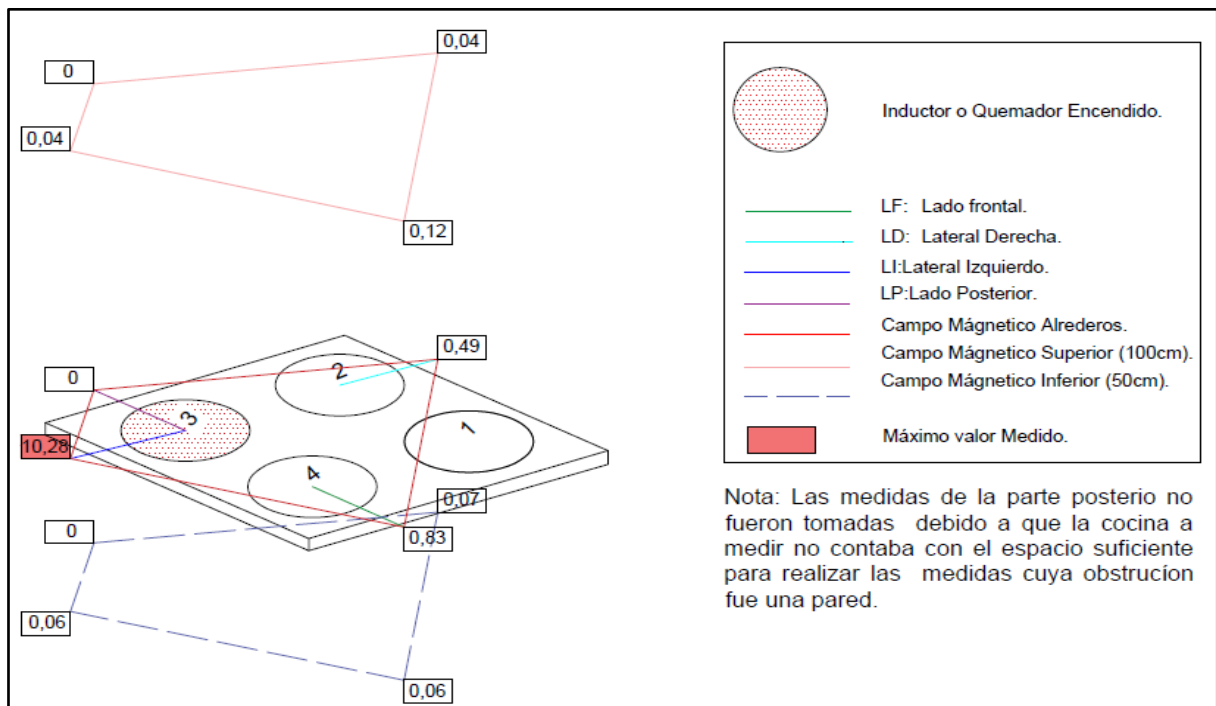
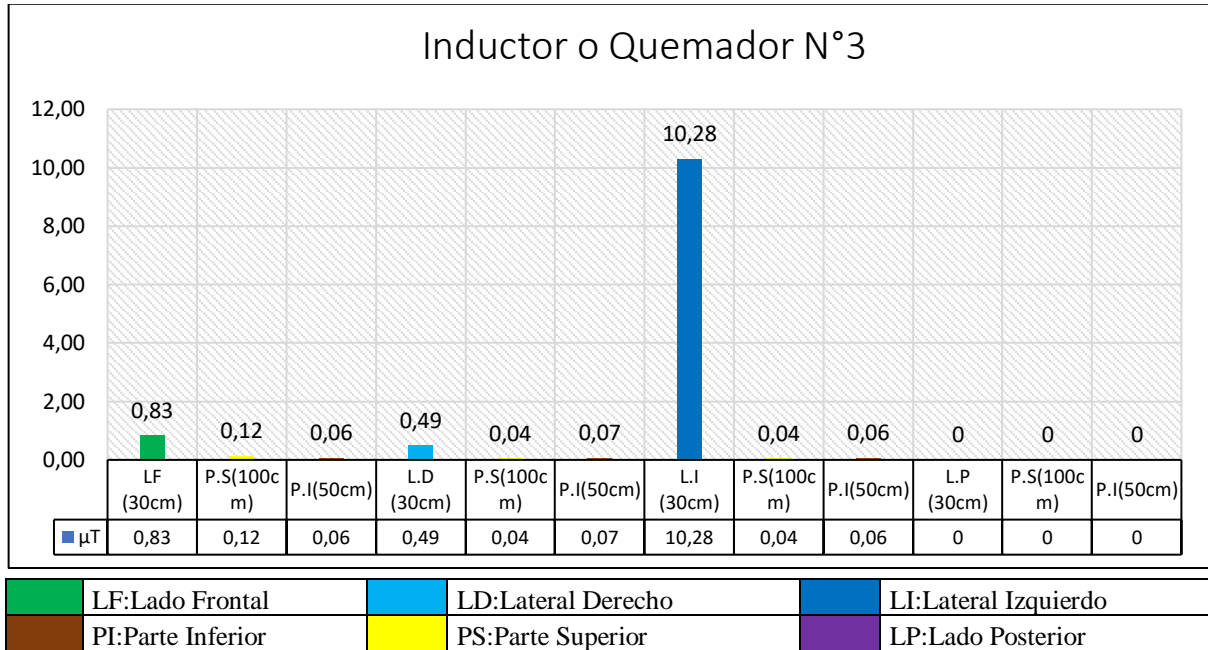


Fig. 57: Campo Magnético desde el centro del inductor N°3 de la marca “C”

Los valores obtenidos de la marca “C” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig.59 en el lado lateral izquierdo con 10.28 μ T y en el lado posterior con 0 μ T por falta de espacio.

11.5.3.4. Inductor o Quemador N°4

Gráfico 36. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°4 de la marca “C”

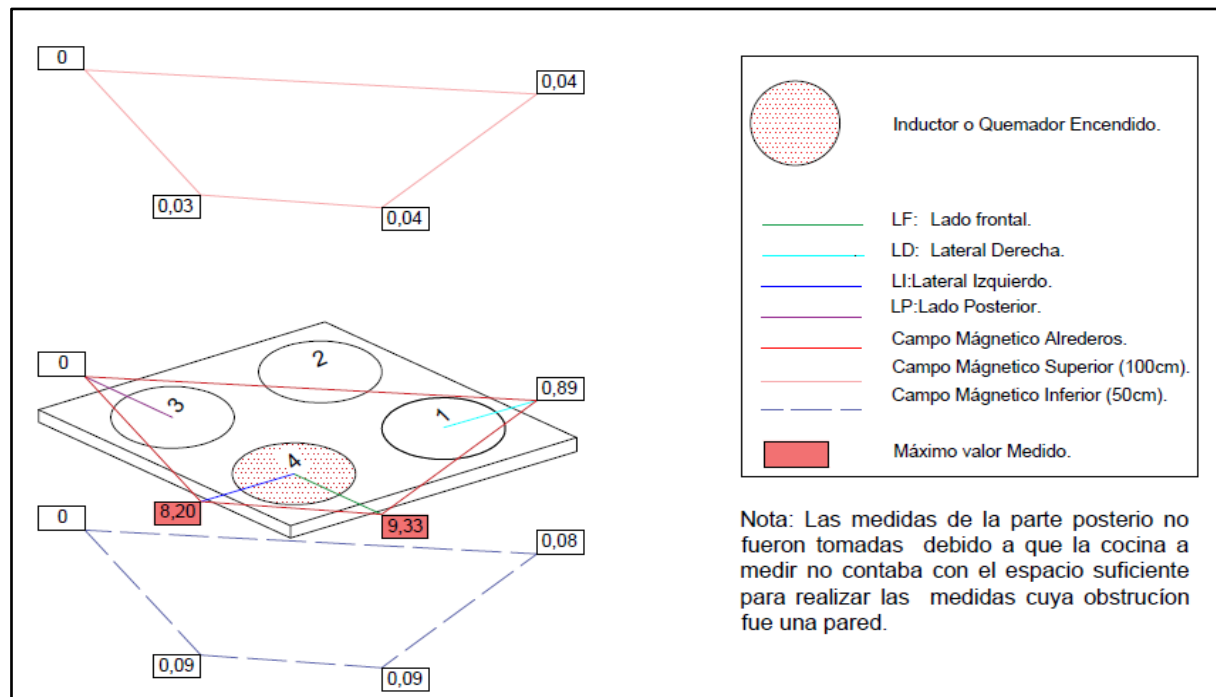
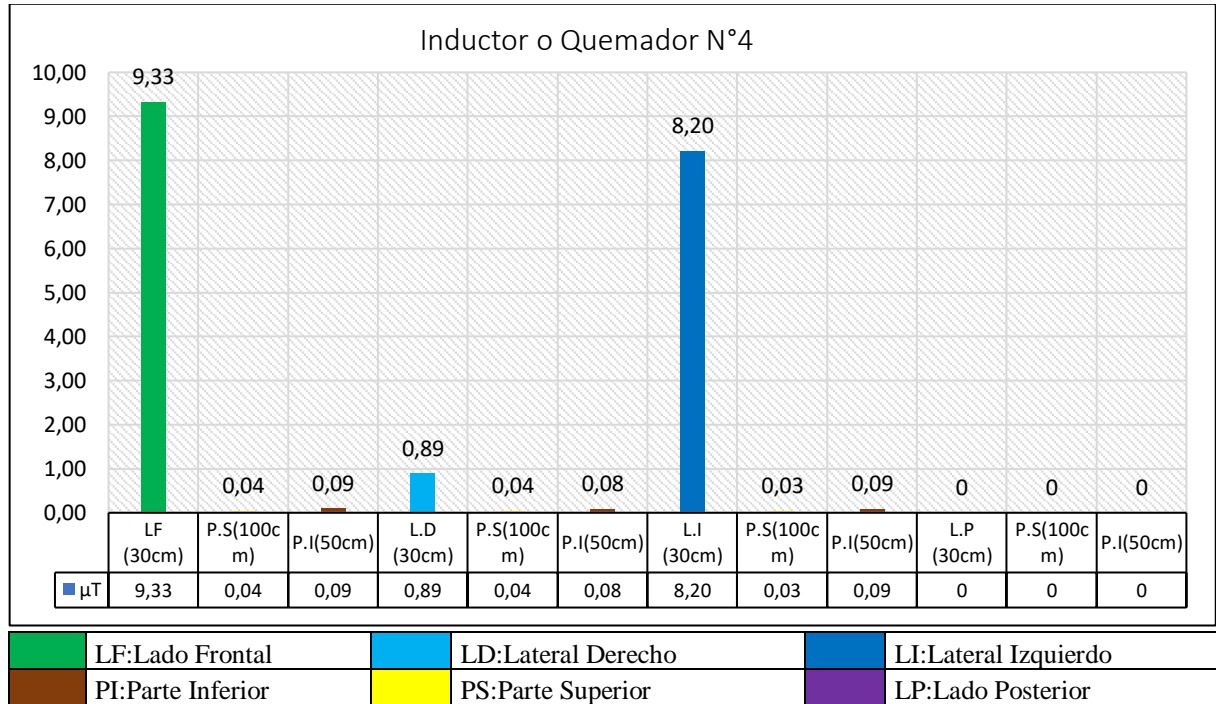


Fig. 58: Campo Magnético desde el centro del inductor N°4 de la marca “C”

Los valores obtenidos de la marca “C” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig. 60 en el lado frontal con 9.33 μT y en la parte lateral izquierdo con 8.20 μT .

11.5.4.1. Inductor o Quemador N°1

Gráfico 37. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°1 de la marca “D”

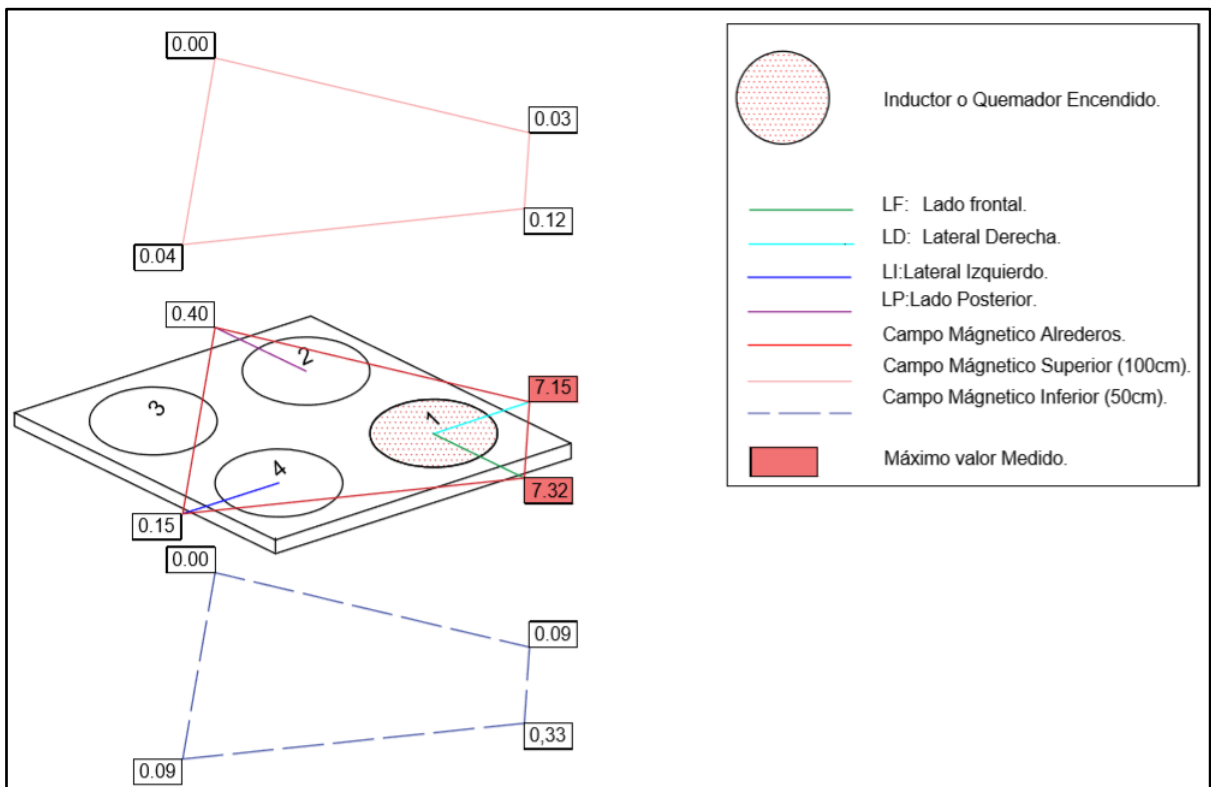
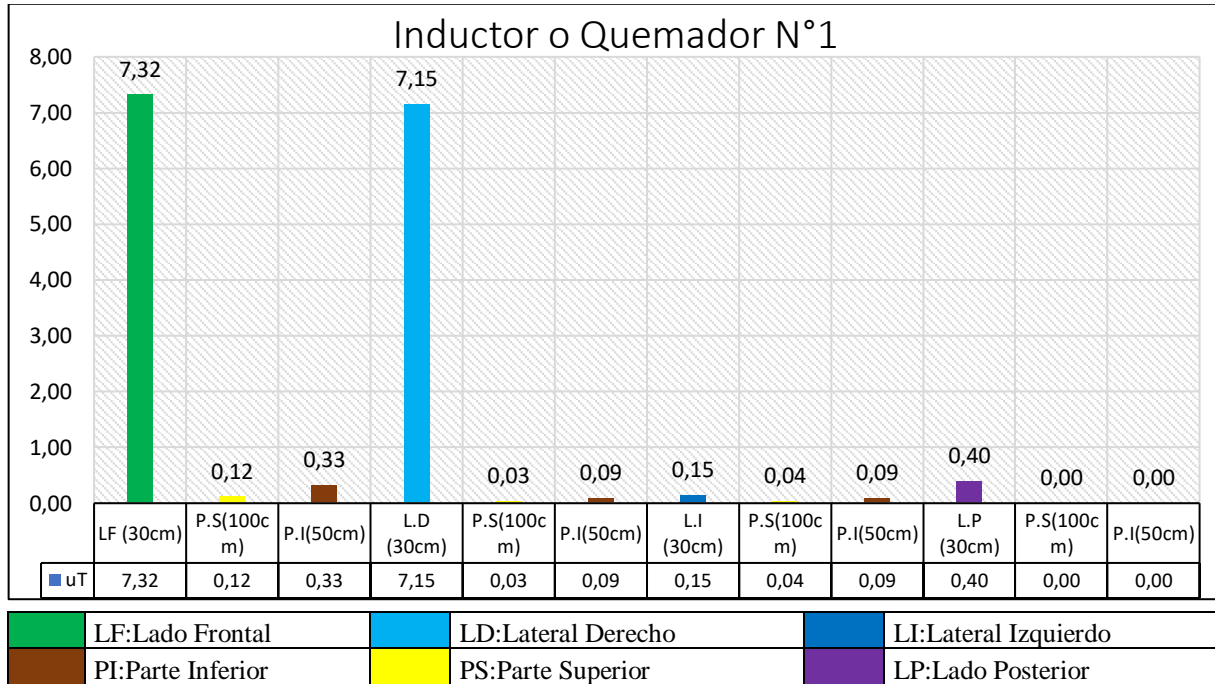


Fig. 59: Campo Magnético desde el centro del inductor N°1 de la marca “D”

Los valores obtenidos de la marca “D” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig 61 en el lado frontal con 7.32 μ T y el lateral derecho con 7.15 μ T.

11.5.4.2. Inductor o Quemador N°2

Gráfico 38. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°2 de la marca “D”

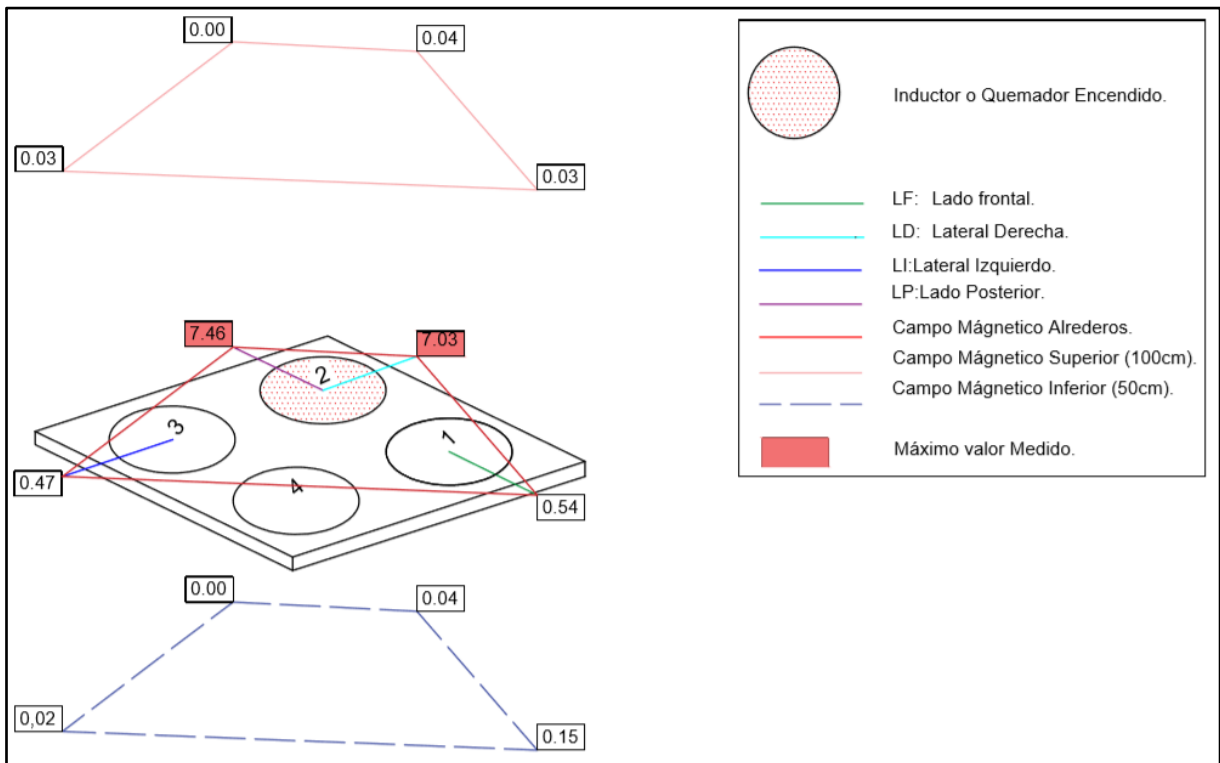
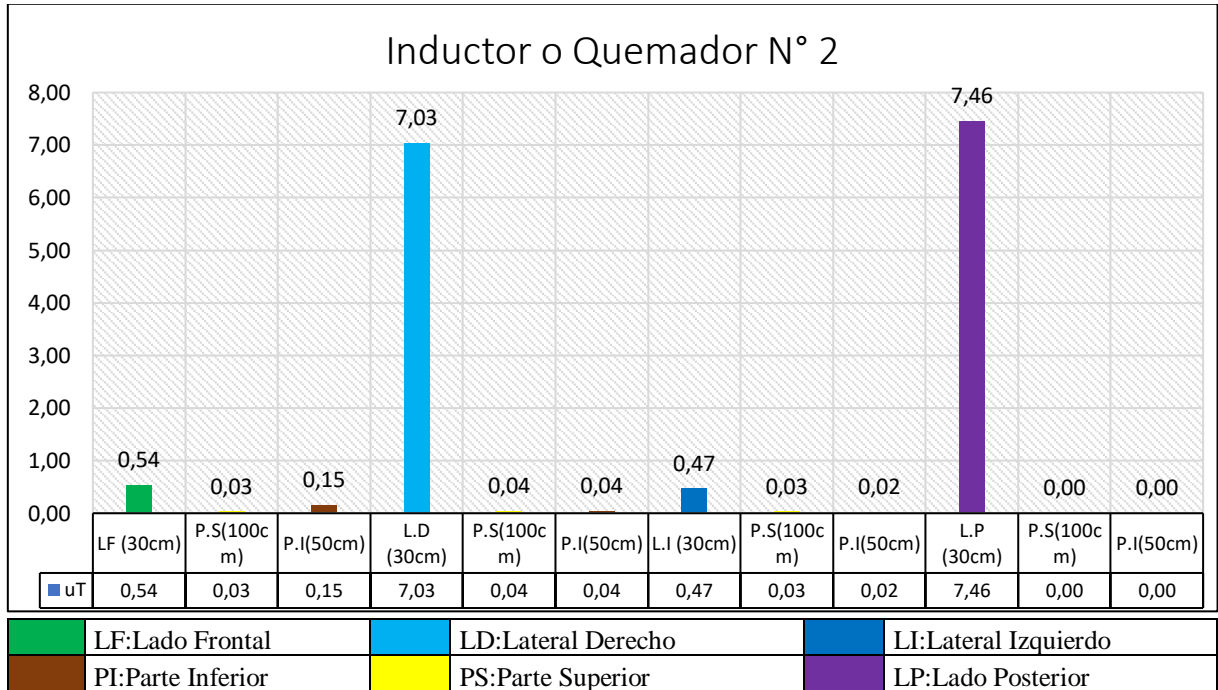


Fig. 60: Campo Magnético desde el centro del inductor N°2 de la marca “D”

Los valores obtenidos de la marca “D” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig 62 en el lado lateral derecho con 7.03 μT y en el lado posterior con 7.46 μT .

11.5.4.3. Inductor o Quemador N°3

Gráfico 39. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°3 de la marca “D”

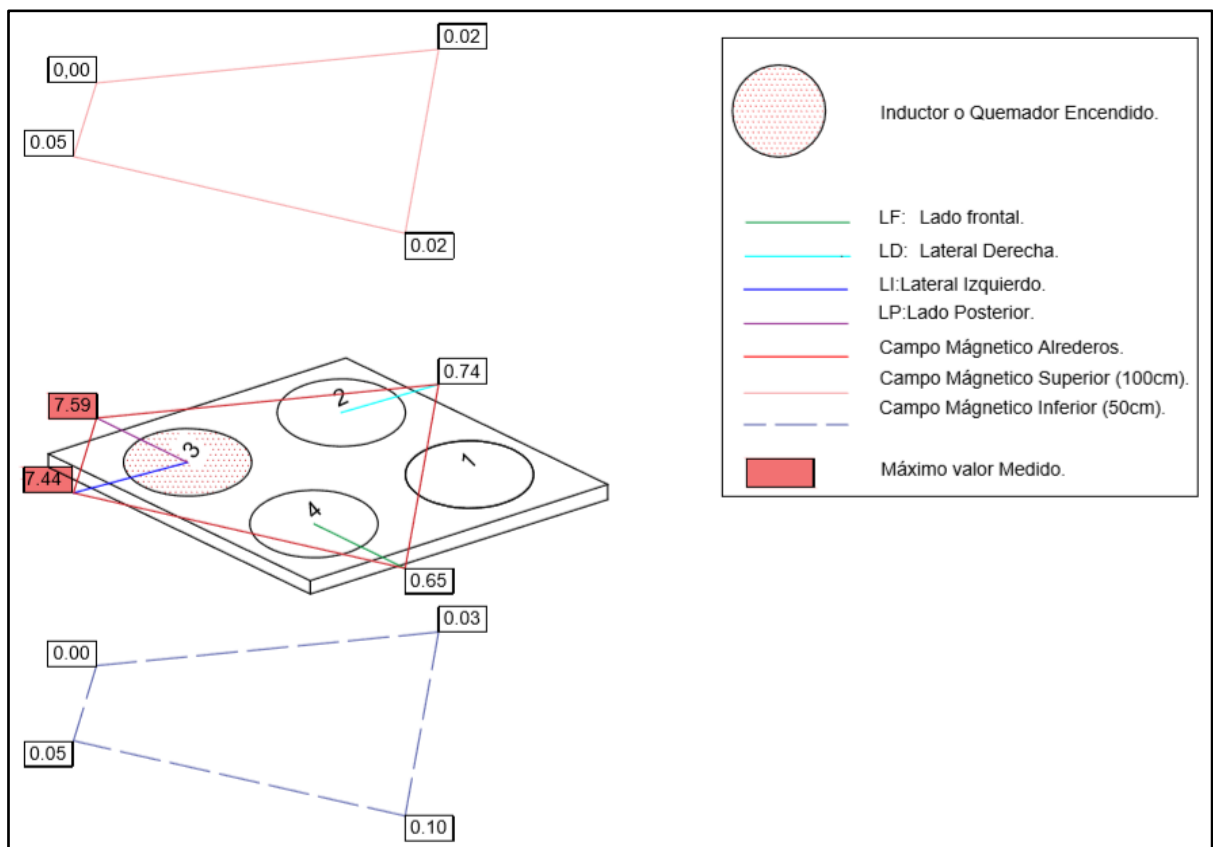
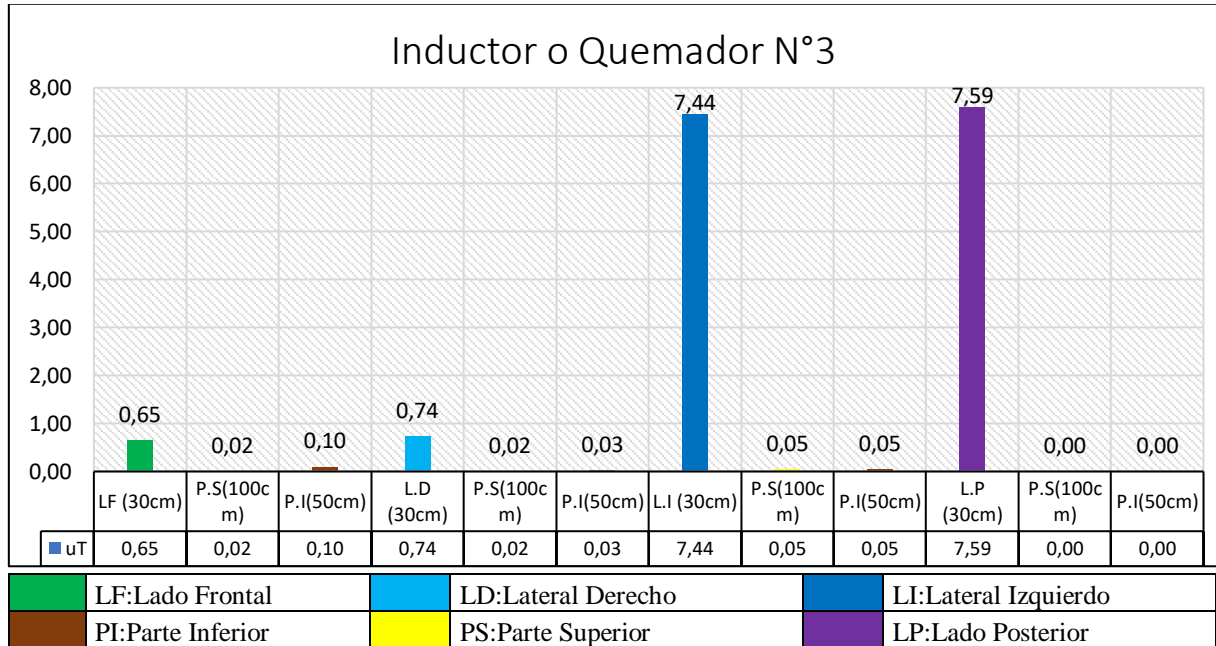


Fig. 61: Campo Magnético desde el centro del inductor N°3 de la marca “D”

Los valores obtenidos de la marca “D” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig 63 en el lado lateral izquierdo 7.44 μ T y en el lado posterior 7.59 μ T.

11.5.4.4. Inductor o Quemador N°4

Gráfico 40. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°4 de la marca “D”

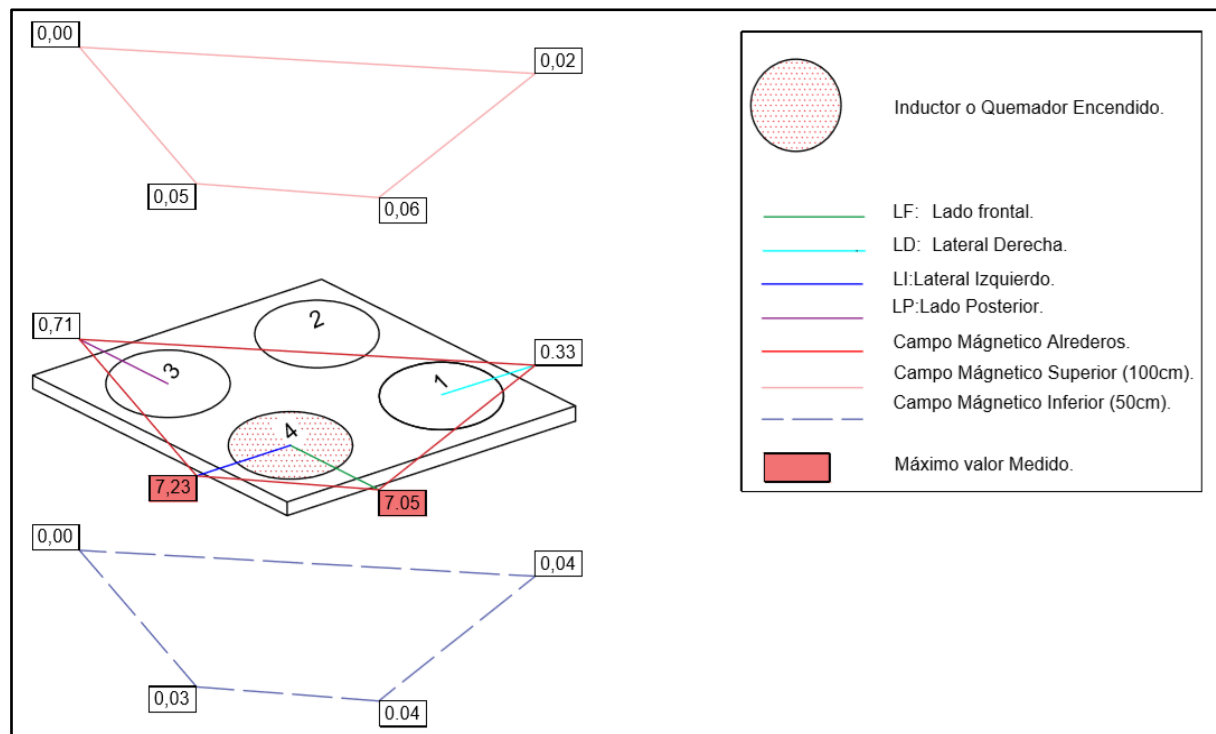
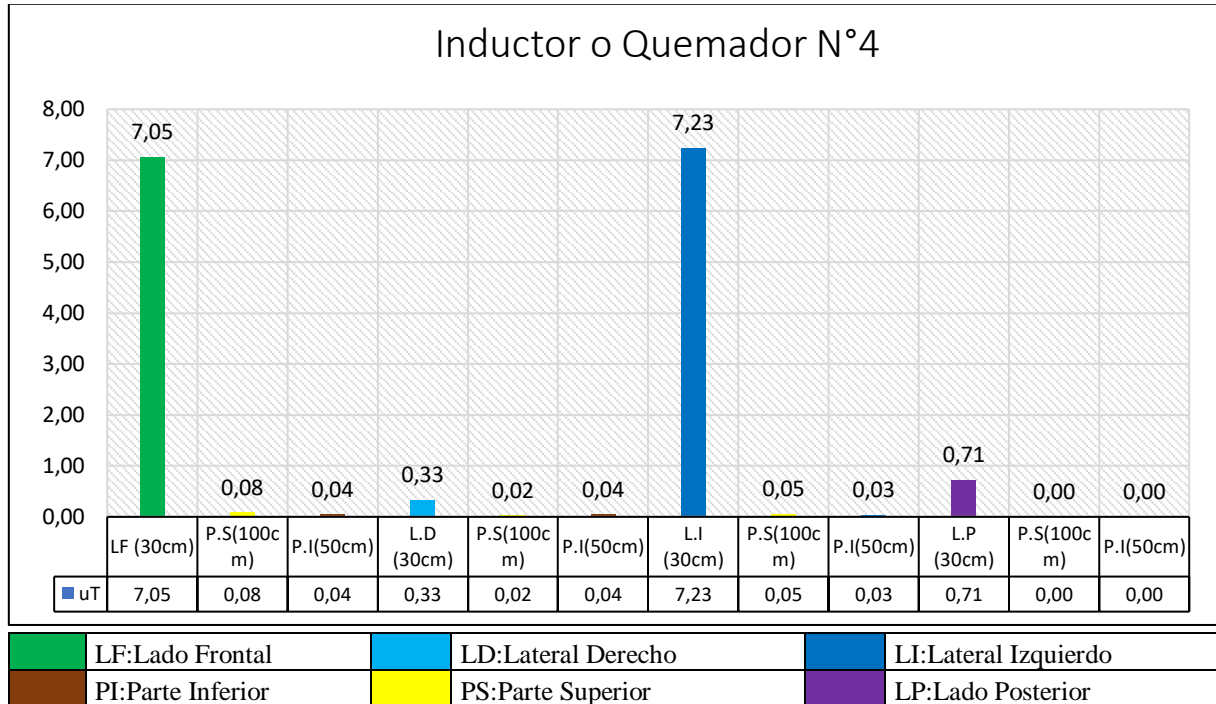


Fig. 62: Campo Magnético desde el centro del inductor N°4 de la marca “D”

Los valores obtenidos de la marca “D” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig 64 en el lado frontal con 7,05 μ T y en el lateral izquierdo con 7,23 μ T.

11.5.5.1. Inductor o Quemador N°1

Gráfico 41. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°1 de la marca “E”

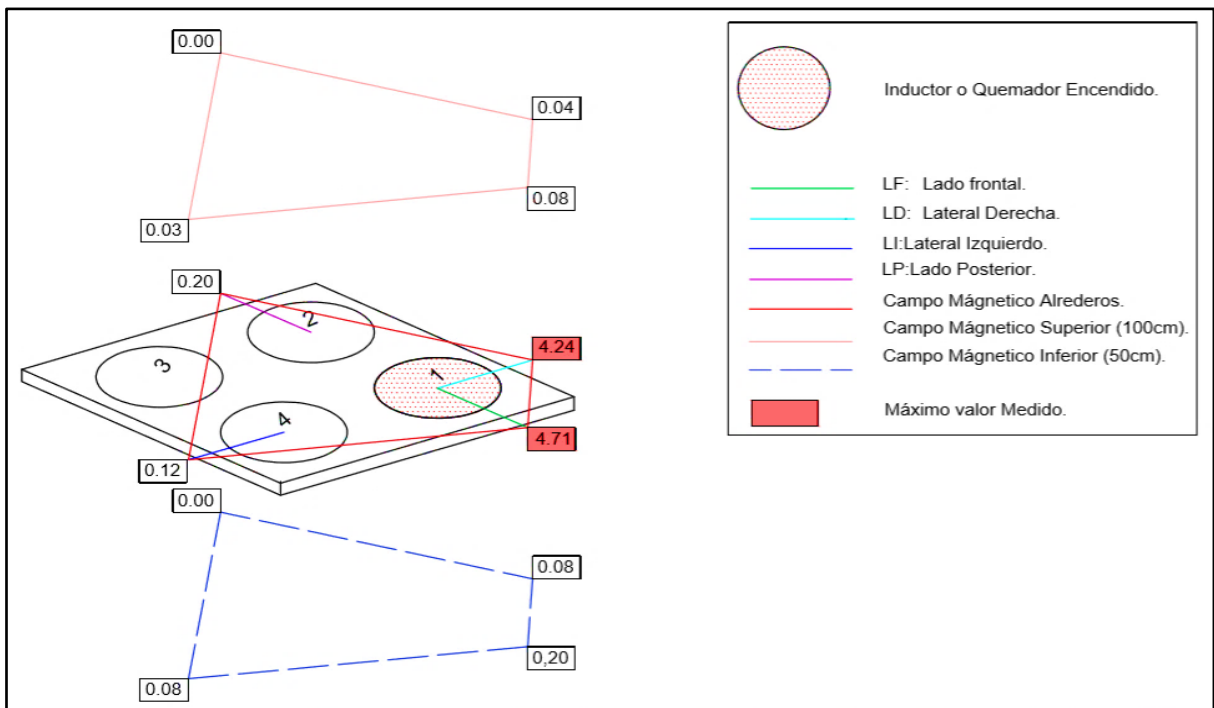
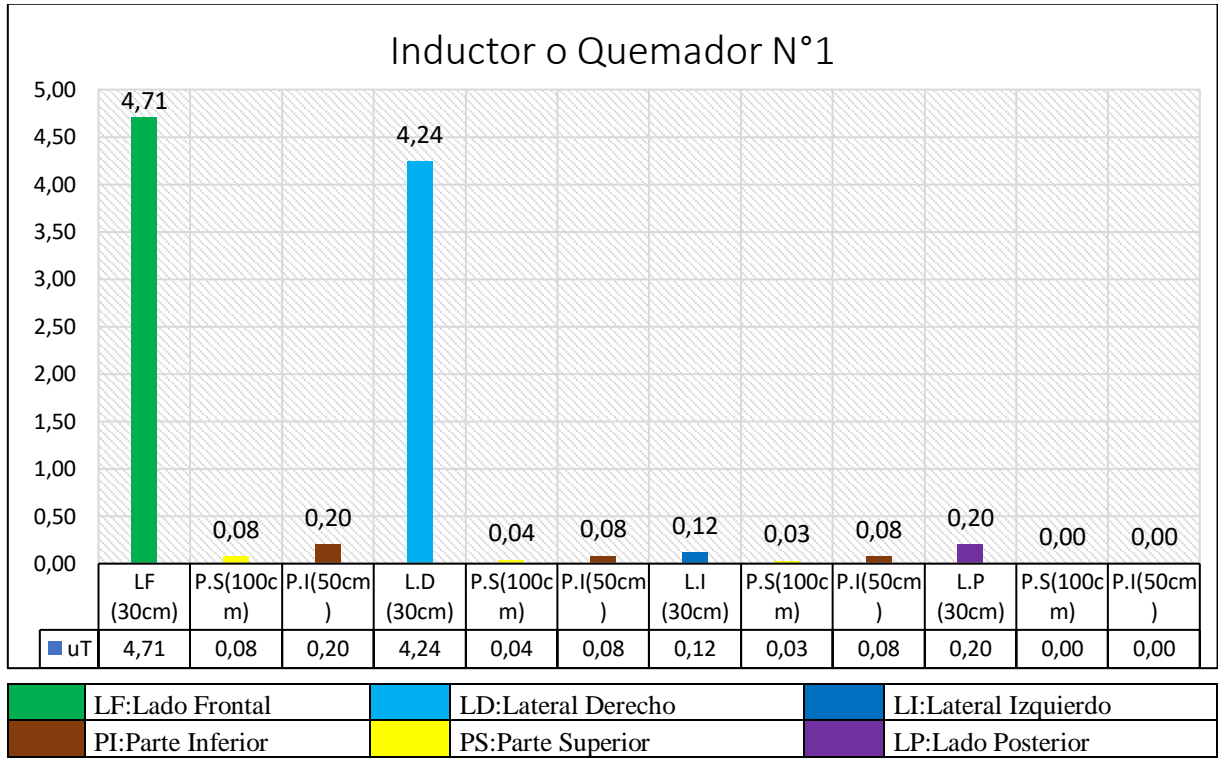


Fig. 63: Campo Magnético desde el centro del inductor N°1 de la marca “E”

Los valores obtenidos de la marca “D” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig 65 en el lado frontal 4.71 μ T y el lateral derecho 4.24 μ T.

11.5.5.2. Inductor o Quemador N°2

Gráfico 42. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°2 de la marca “E”

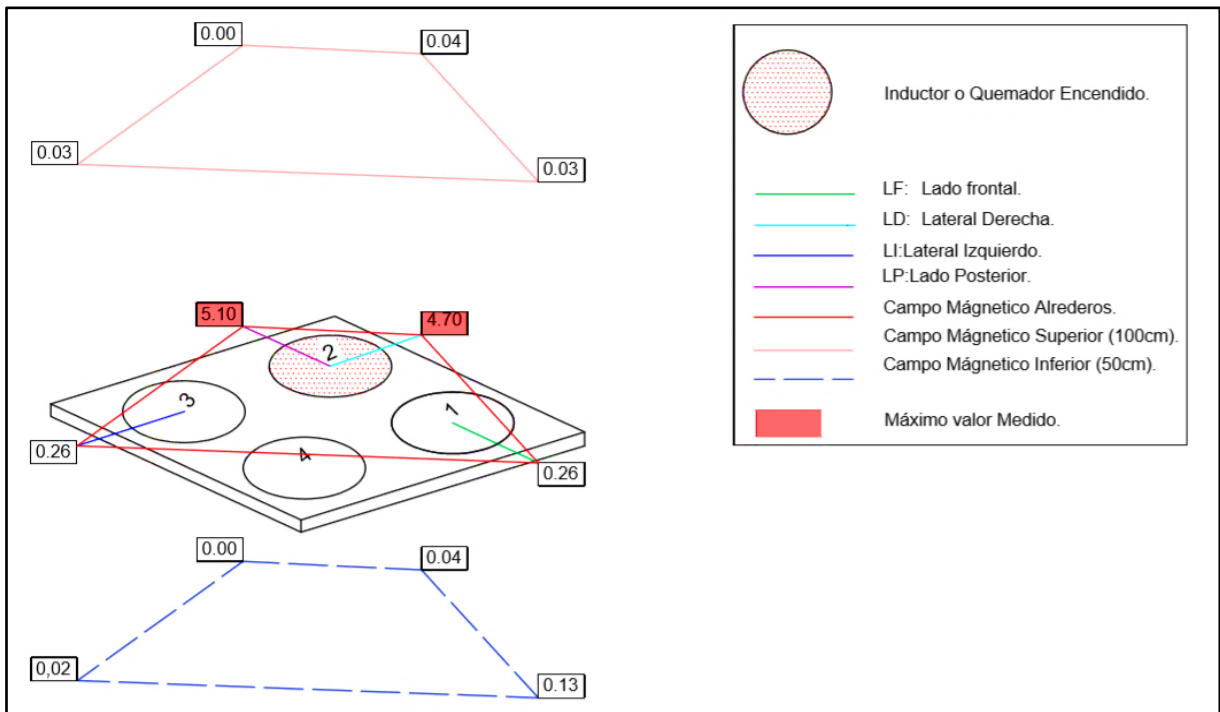
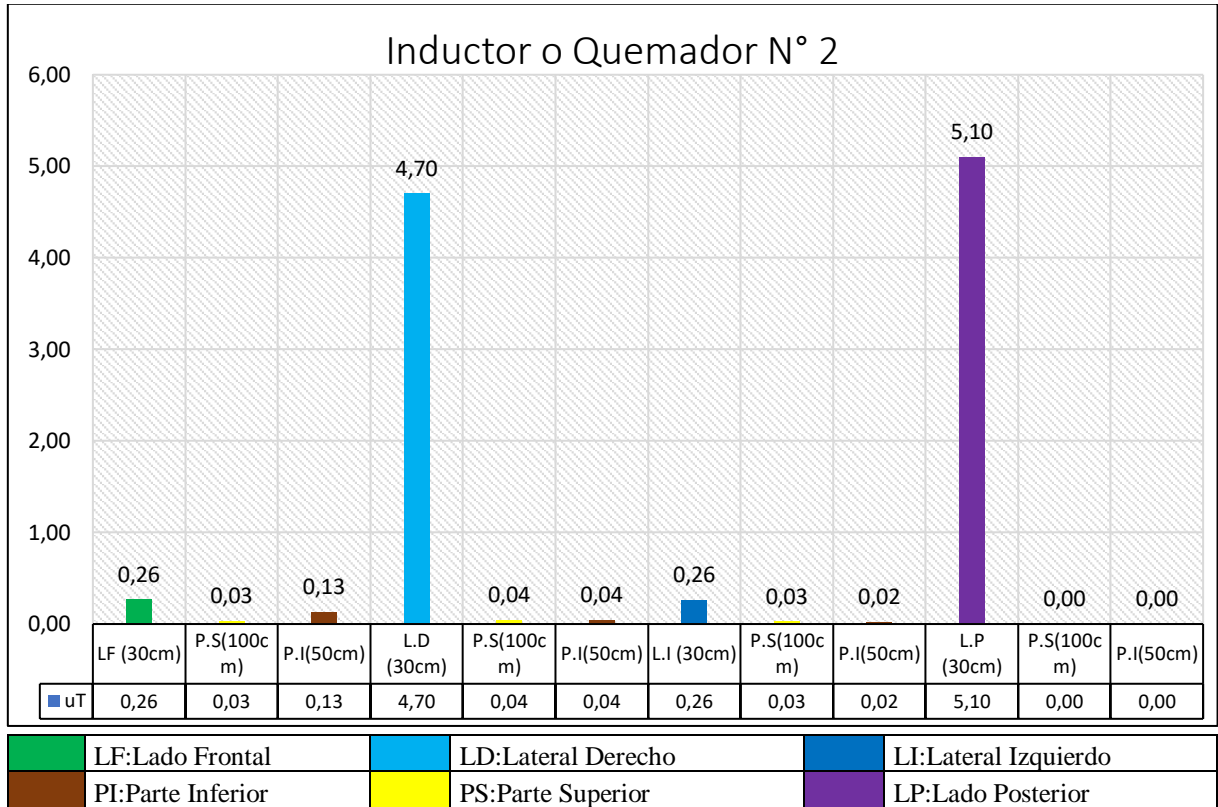


Fig. 64: Campo Magnético desde el centro del inductor N°2 de la marca “E”

Los valores obtenidos de la marca “D” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig 66 en el lado lateral derecho 4.70 μ T y en el lado posterior 5.10 μ T.

11.5.5.3. Inductor o Quemador N°3

Gráfico 43. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°3 de la marca “E”

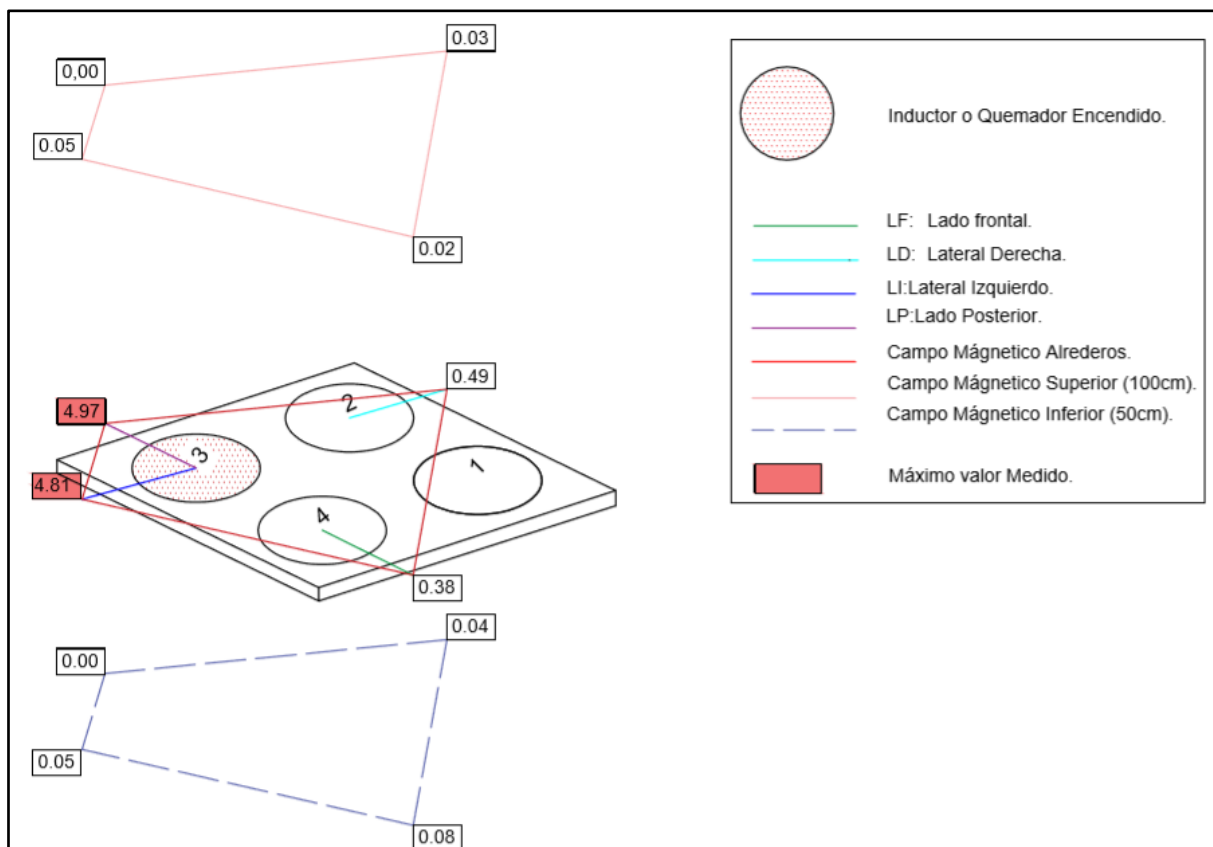
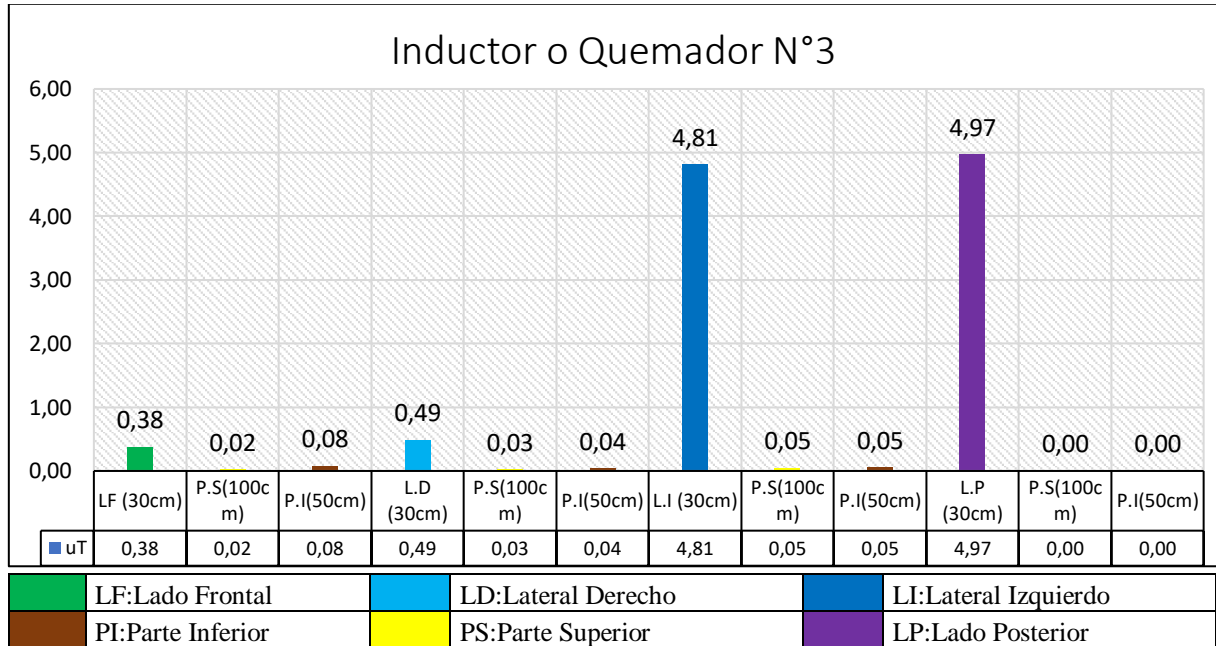


Fig. 65: Campo Magnético desde el centro del inductor N°3 de la marca “E”

Los valores obtenidos de la marca “D” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig 67 en el lado lateral izquierdo 4.81 μT y en el lado posterior 4.47 μT.

11.5.5.4. Inductor o Quemador N°4

Gráfico 44. Valores Obtenidos desde el centro del inductor N°4 de la marca “E”

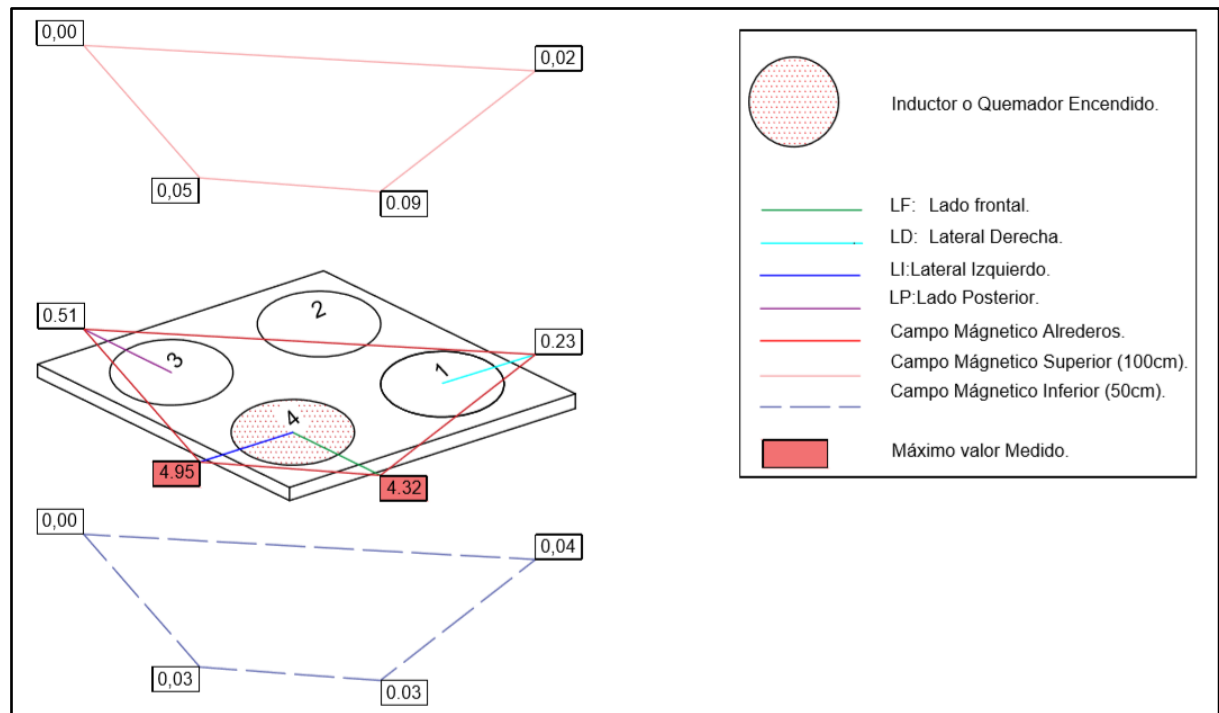
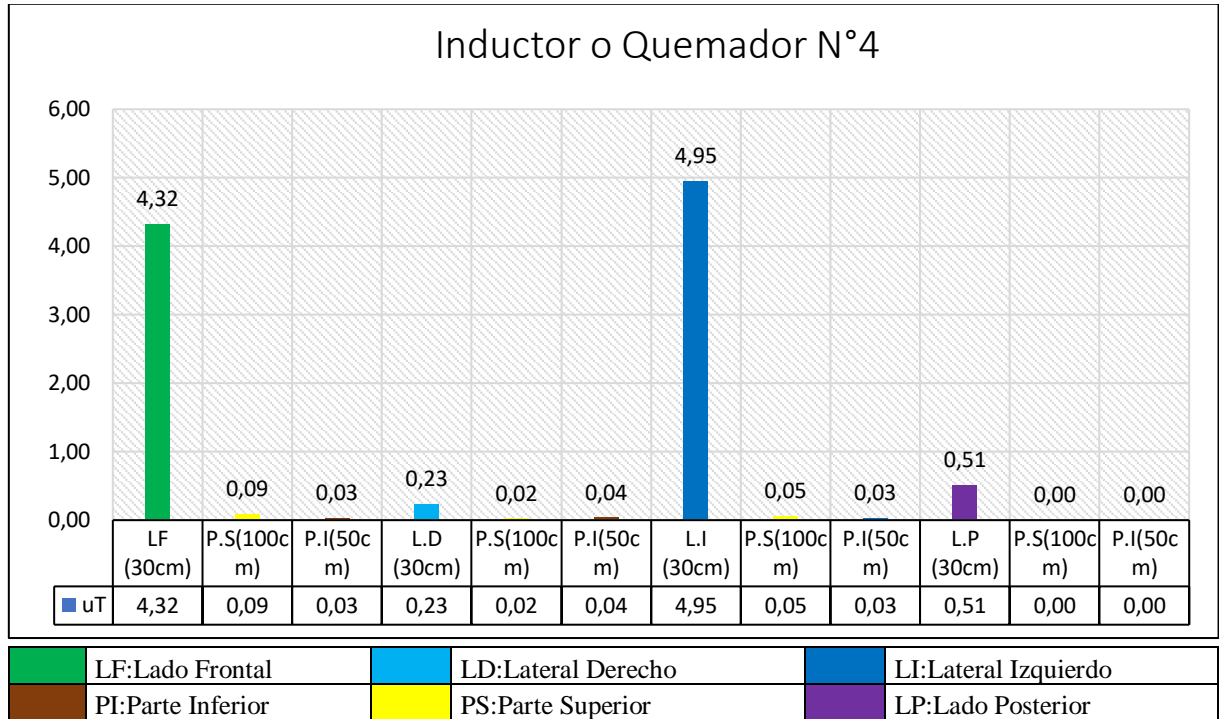


Fig. 66: Campo Magnético desde el centro del inductor N°4 de la marca “E”

Los valores obtenidos de la marca “D” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, se producen dos puntos con sus máximos valores, Fig 68 en el lado frontal 4.32 μ T y en el lado lateral izquierdo 4.95 μ T.

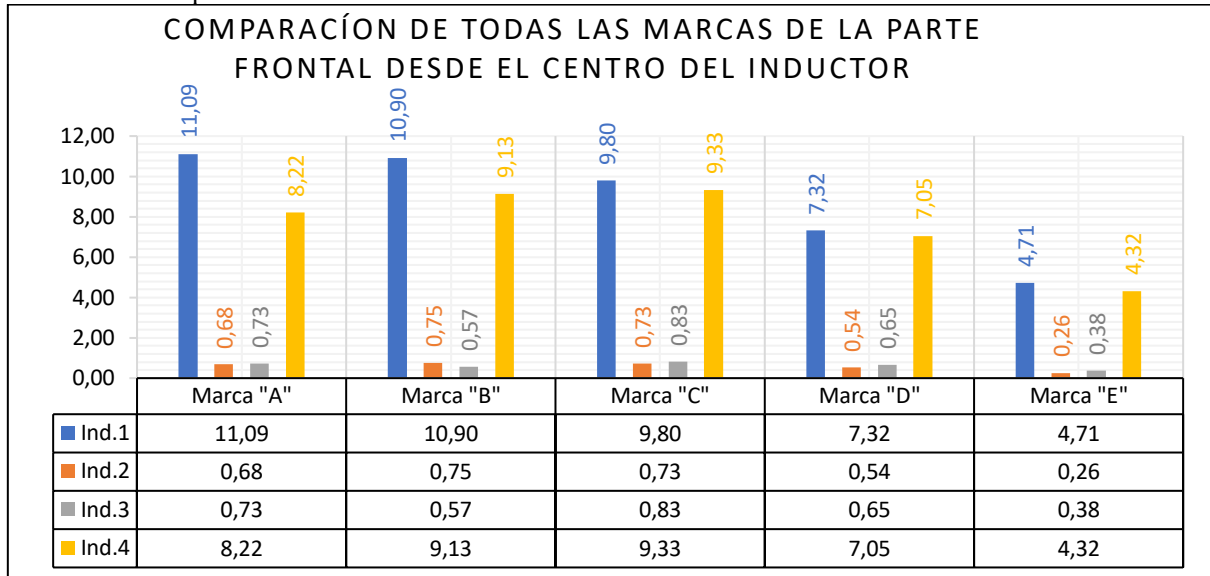
11.6. Comparación de todas marcas según el procedimiento reduciendo la distancia de evaluación del campo electromagnético.

Tabla 19. Valores obtenidos del campo magnético de todas las marcas desde el centro del inductor

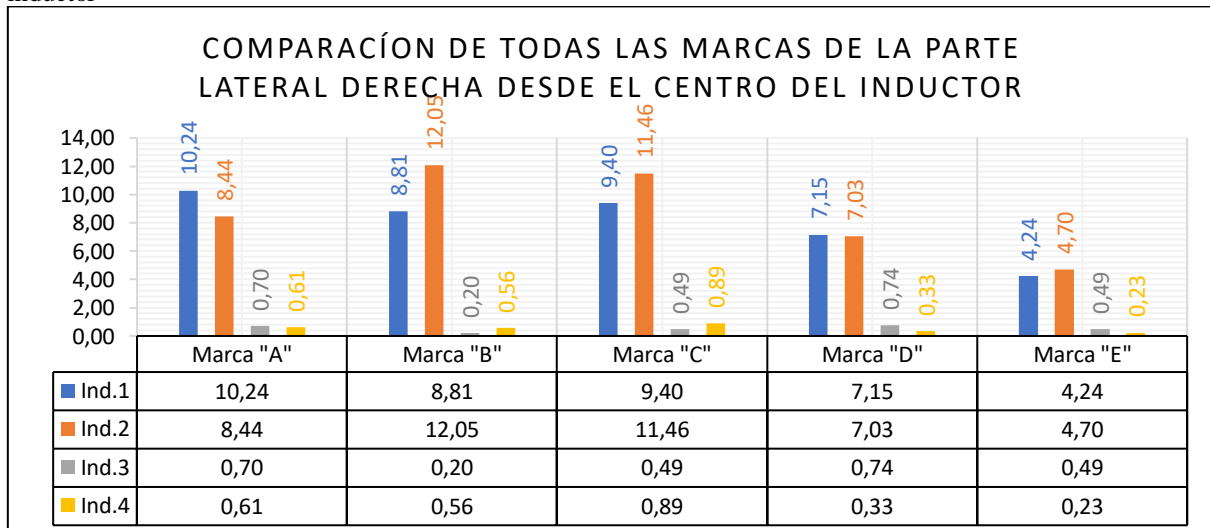
COMPARACIÓN DEL CAMPO MAGNETICO EN TODAS LAS MARCAS.				
Medidas Obtenidas en la parte frontal a 30cm desde el centro del inductor				
Marca de cocina	Ind.1	Ind.2	Ind.3	Ind.4
Marca "A"	11,09	0,68	0,73	8,22
Marca "B"	10,90	0,75	0,57	9,13
Marca "C"	9,80	0,73	0,83	9,33
Marca "D"	7,32	0,54	0,65	7,05
Marca "E"	4,71	0,26	0,38	4,32
Medidas Obtenidas en la parte lateral derecha 30cm desde el centro del inductor				
Marca de cocina	Ind.1	Ind.2	Ind.3	Ind.4
Marca "A"	10,24	8,44	0,70	0,61
Marca "B"	8,81	12,05	0,20	0,56
Marca "C"	9,40	11,46	0,49	0,89
Marca "D"	7,15	7,03	0,74	0,33
Marca "E"	4,24	4,70	0,49	0,23
Medidas Obtenidas en la parte lateral izquierda a 30cm desde el centro del inductor				
Marca de cocina	Ind.1	Ind.2	Ind.3	Ind.4
Marca "A"	0,76	0,58	9,85	7,93
Marca "B"	0,22	0,39	8,90	8,87
Marca "C"	0,70	0,55	10,28	8,20
Marca "D"	0,15	0,47	7,44	7,23
Marca "E"	0,12	0,26	4,81	4,95
Medidas Obtenidas en la parte posterior a 30 cm desde el centro del inductor				
Marca de cocina	Ind.1	Ind.2	Ind.3	Ind.4
Marca "A"	0,59	8,64	9,77	0,76
Marca "B"	0,00	0,00	0,00	0,00
Marca "C"	0,00	0,00	0,00	0,00
Marca "D"	0,40	7,46	7,59	0,71
Marca "E"	0,20	5,10	4,97	0,51

	Marca deficiente		Mejor Marca
--	------------------	--	-------------

Los valores obtenidos en la Tabla 19 se observa la comparación de todas las marcas evaluadas a sus 4 inductores realizados a sus bordes de medición como son la parte frontal, parte lateral derecha, parte lateral izquierda y la parte posterior, dichas cocina en sus especificaciones técnicas cada marca poseen niveles de potencia de 9, considerando este nivel como el máximo por lo cual se aplicó este nivel a las 5 marcas de igual manera se empleó el procedimiento realizado por los autores cuya diferencia es a 30cm desde el centro del inductor hacia afuera en todas las marcas evaluadas el valor de campo magnético tuvo como resultado un incremento considerablemente alto por lo cual se detalla a continuación.

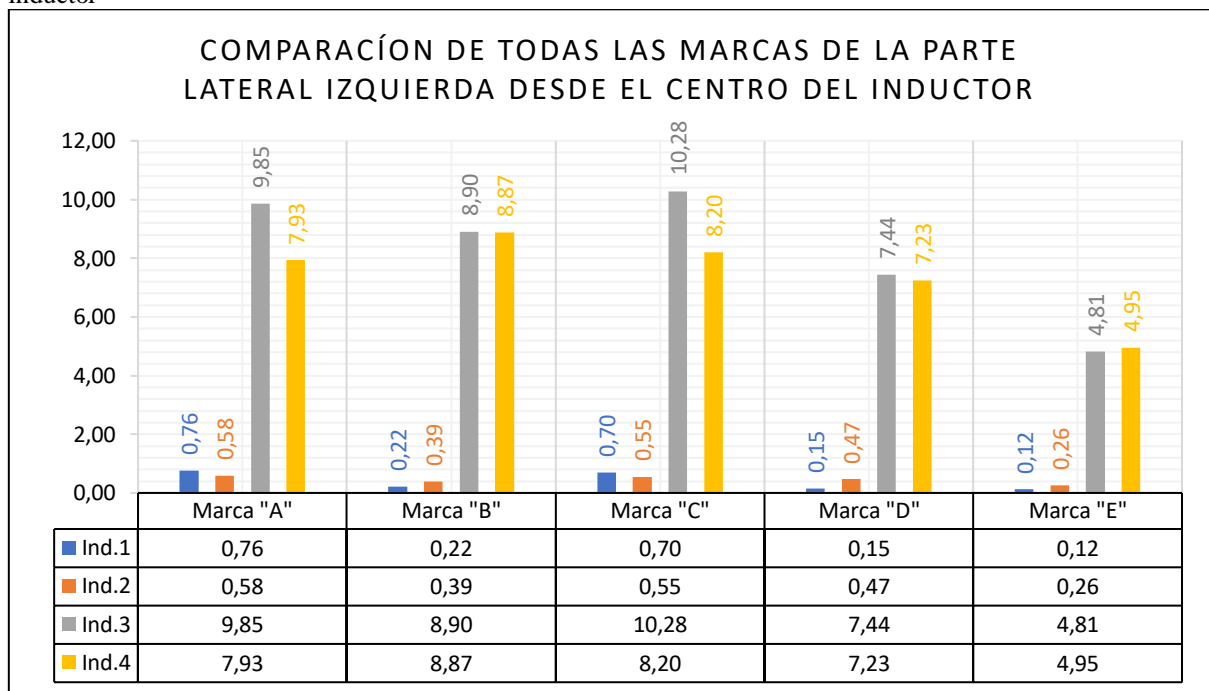
Gráfico 45. Comparación de los valores obtenidos de todas las marcas del lado frontal desde el centro del inductor

Al finalizar el procedimiento por parte de los autores se procede a realizar la comparación con todas las marcas indicando la representación estadística de cada borde medido en sus cuatro inductores de cada marca. En el Gráfico 45 en la parte frontal para la marca "A" en el Ind.1 que se encuentra de color azul tiene un valor de 11.09 μT , seguidamente el Ind.2 que se encuentra de color anaranjado tiene un valor de 0.68 μT , después el Ind.3 que se encuentra de color gris tiene un valor de 0.73 μT , el valor de estos dos inductor (Ind.2, Ind.3) son pequeños ya que los puntos de medición se encuentran alejados con respecto a los dos inductores restantes, finalmente el Ind.4 que se encuentra de color amarillo tiene un valor de 8.22 μT de igual manera tanto el color como el orden para los demás inductores restantes se mantiene para las marcas "B, C, D, E".

Gráfico 46. Comparación de los valores obtenidos de todas las marcas del lateral derecho desde el centro del inductor

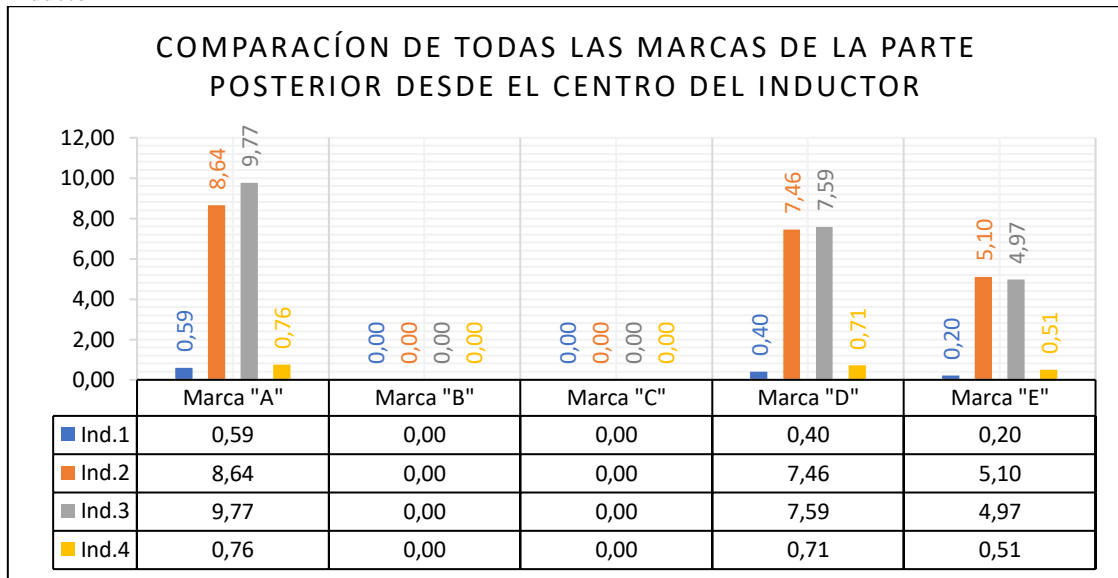
Los valores obtenidos de la parte lateral derecha desde el centro del inductor. En el Grafico 46 para la marca “A” en el Ind.1 que se encuentra de color azul tiene un valor de 8.44 μT , seguidamente el Ind.2 que se encuentra de color anaranjado tiene un valor de 0.70 μT , después el Ind.3 que se encuentra de color gris tiene un valor de 0.61 μT . y finalmente el Ind.4 que se encuentra de color amarillo tiene un valor de 0.61 μT , el valor de estos dos inductor (Ind.3,Ind.4) son pequeños ya que los puntos de medición se encuentran alejados con respecto a los dos inductores restantes, de igual manera tanto el color como el orden para los demás inductores restantes se mantiene para las marcas “B, C, D, E”.

Gráfico 47. Comparación de los valores obtenidos de todas las marcas del lateral izquierdo desde el centro del inductor



Para la parte lateral izquierda desde el centro del inductor los valores obtenidos. Como se puede ver en el Gráfico 46 para la marca “A” en el Ind.1 que se encuentra de color azul tiene un valor de 0.76 μT , seguidamente el Ind.2 que se encuentra de color anaranjado tiene un valor de 0.58 μT , el valor de estos dos inductor (Ind.1,Ind.2) son pequeños ya que los puntos de medición se encuentran alejados con respecto a los dos inductores restantes, el Ind.3 que se encuentra de color gris tiene un valor de 9.85 μT . y finalmente el Ind.4 que se encuentra de color amarillo tiene un valor de 7.93 μT de igual manera tanto el color como el orden para los demás inductores restantes se mantiene para las marcas “B, C, D, E”

Gráfico 48. Comparación de los valores obtenidos de todas las marcas del lado posterior desde el centro del inductor



Finalmente, para la parte posterior desde el centro del inductor los valores obtenidos en el Grafico 48, para la marca “A” en el Ind.1 que se encuentra de color azul tiene un valor de 0.59 μ T, seguidamente el Ind.2 que se encuentra de color anaranjado tiene un valor de 8.64 μ T, después el Ind.3 que se encuentra de color gris tiene un valor de 9,77 μ T. y finalmente el Ind.4 que se encuentra de color azul tiene un valor de 0.76 μ T de igual manera tanto el color como el orden para los demás inductores restantes se mantiene para la marcas “B, C, D, E” cabe mencionar que para la marca “B,C” en sus cuatro inductores tiene un valor de 0 μ T debido que no se pudo realizar las medidas por falta de espacio cuya obstrucción fueron dos paredes.

Una vez finalizado el análisis estadístico de todas las marcas se pudo observar que el valor del campo magnético obtenido con el procedimiento por parte de los autores da como resultado que la marca “A” sus valores son elevados que se puede observar en la Tabla 19 y se encuentran resaltado de color rojo, de igual manera el valor del campo magnético producido de la marca “E” estos valores en comparación con las otras marcas son inferiores que en la misma Tabla 19 y se encuentran resaltadas de color amarillo convirtiéndose esta marca en la mejor para la adquisición de los usuarios.

11.7.1. Medidas de la Marca “A” todos los inductores encendidos

En la Tabla 18 se da a conocer los valores realizados a la marca “A” en sus cuatro vértices desde el centro del inductor hacia afuera, con todos sus inductores encendidos a su potencia máxima seguidamente se indica los gráficos estadísticos.

Tabla 20. Valores medidos de la Marca “A” “desde el centro del inductor todos encendidos

 Universidad Técnica de Cotopaxi		Tabla De Datos		 Ingeniería Eléctrica	
		Campo Magnético			
Marca	Marca "A"	Fecha:	7/7/2019		
Potencia	9	Potencia Máxima	9		
Nº De Inductores	Inductor 1	Inductor 2	Inductor 3	Inductor 4	
PARTE FRONTAL (μT).					
LF	7,90	No	No	8,05	
P.S	0,15	No	No	0,11	
P.I	0,50	No	No	0,33	
PARTE LATERAL DERECHO (μT).					
L.D	8,10	7,55	No	No	
P.S	0,25	0,16	No	No	
P.I	0,33	0,56	No	No	
PARTE LATERAL IZQUIERDA (μT).					
L.I	No	No	6,90	7,09	
P.S	No	No	0,12	0,23	
P.I	No	No	0,45	0,45	
PARTE POSTERIOR (μT).					
L.P	No	8,31	8,55	No	
P.S	No	0,33	0,12	No	
P.I	No	0,50	0,44	No	

11.7.1.1. Todos los inductores encendidos

Gráfico 49. Valores Obtenidos desde el centro de todos los inductores en la marca “A”

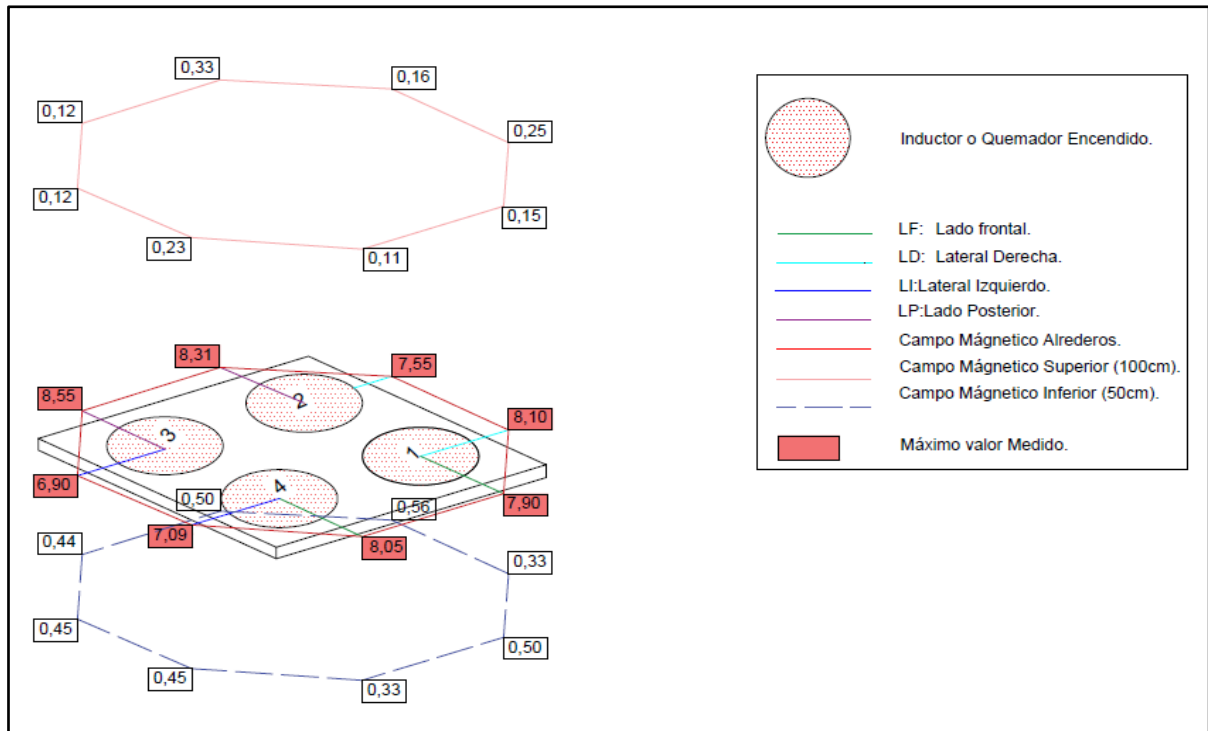
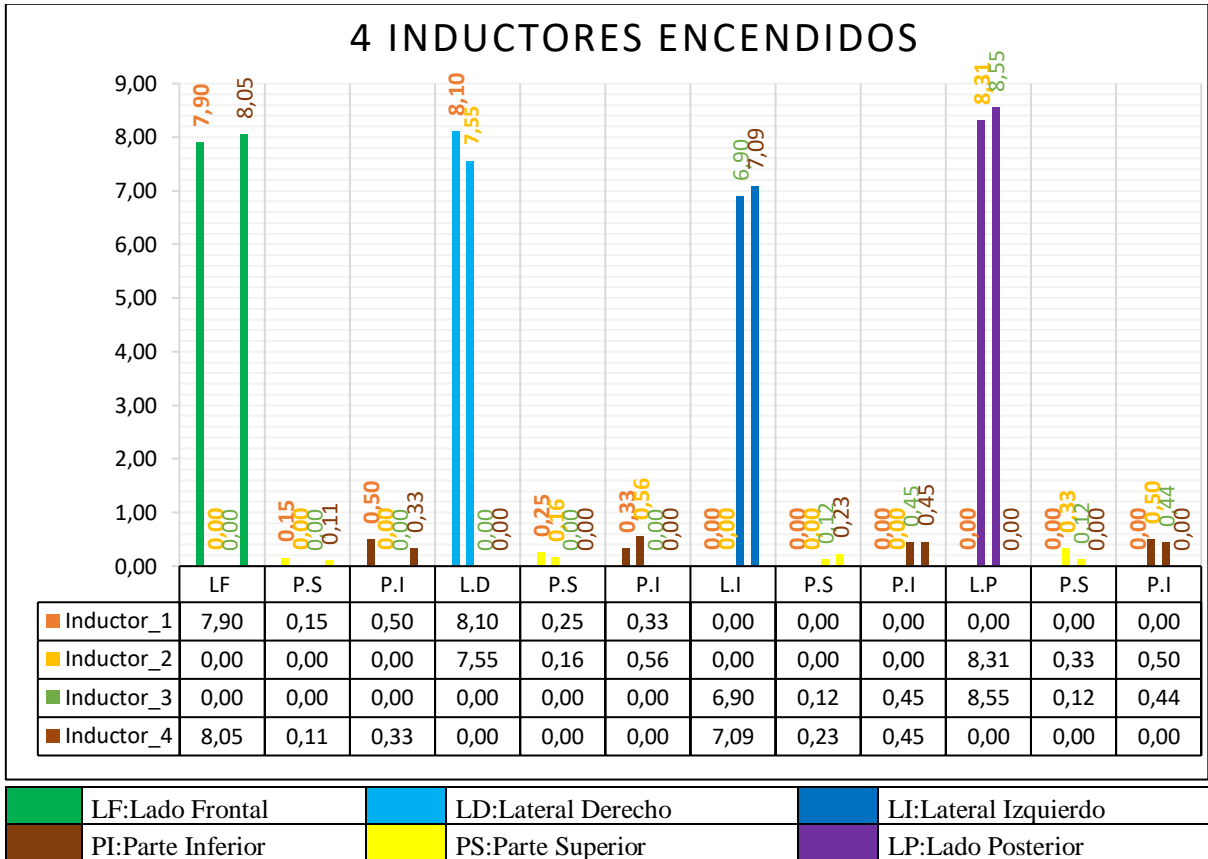




Fig. 67: Campo Magnético desde el centro de los inductores en la Marca “A”

Los valores obtenidos de la marca “A” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, cuando todos los inductores se encuentran encendidos se producen dos puntos máximos por cada inductor, Fig.69 en el inductor uno en la parte frontal con 7.90 μT y en la parte lateral derecha con 8.10 μT , en el inductor dos en la parte lateral derecha con 7.55 μT y en la parte posterior con 8.31 μT , en el inductor tres en la parte posterior con 8.55 μT y en la parte lateral izquierda con 6.90 μT y finalmente el inductor cuatro en la parte lateral izquierda con 7.90 μT y en la parte frontal con 8.05 μT .

11.7.2. Medidas de la marca “B” todos los inductores encendidos

En la Tabla 19 se da a conocer los valores realizados a la marca “B” en sus cuatro vértices desde el centro del inductor hacia afuera, con todos sus inductores encendidos a su potencia máxima, cabe mencionar que las medidas de la parte posterior no se realizaron por falta de espacio y finalmente se indica los gráficos estadísticos.

Tabla 21. Valores medidos de la Marca “B” desde el centro del inductor todos encendidos

 Universidad Técnica de Cotopaxi		Tabla De Datos		 Ingeniería Eléctrica	
		Campo Magnético			
Marca	Marca "B"	Fecha:	8/7/2019		
Potencia	9	Potencia Máxima	9		
N° De Inductores	Inductor 1	Inductor 2	Inductor 3	Inductor 4	
PARTE FRONTAL (μT).					
LF	8,10	No	No	9,03	
P.S	0,30	No	No	0,43	
P.I	0,75	No	No	0,33	
PARTE LATERAL DERECHO (μT).					
L.D	8,55	9,43	No	No	
P.S	0,44	0,63	No	No	
P.I	0,59	0,88	No	No	
PARTE LATERAL IZQUIERDA (μT).					
L.I	No	No	7,80	7,02	
P.S	No	No	0,34	0,53	
P.I	No	No	No	0,65	
PARTE POSTERIOR (μT).					
L.P	No	No	No	No	
P.S	No	No	No	No	
P.I	No	No	No	No	

11.7.2.1. Todos los inductores encendidos

Gráfico 50. Valores Obtenidos desde el centro de todos los inductores en la marca “B”

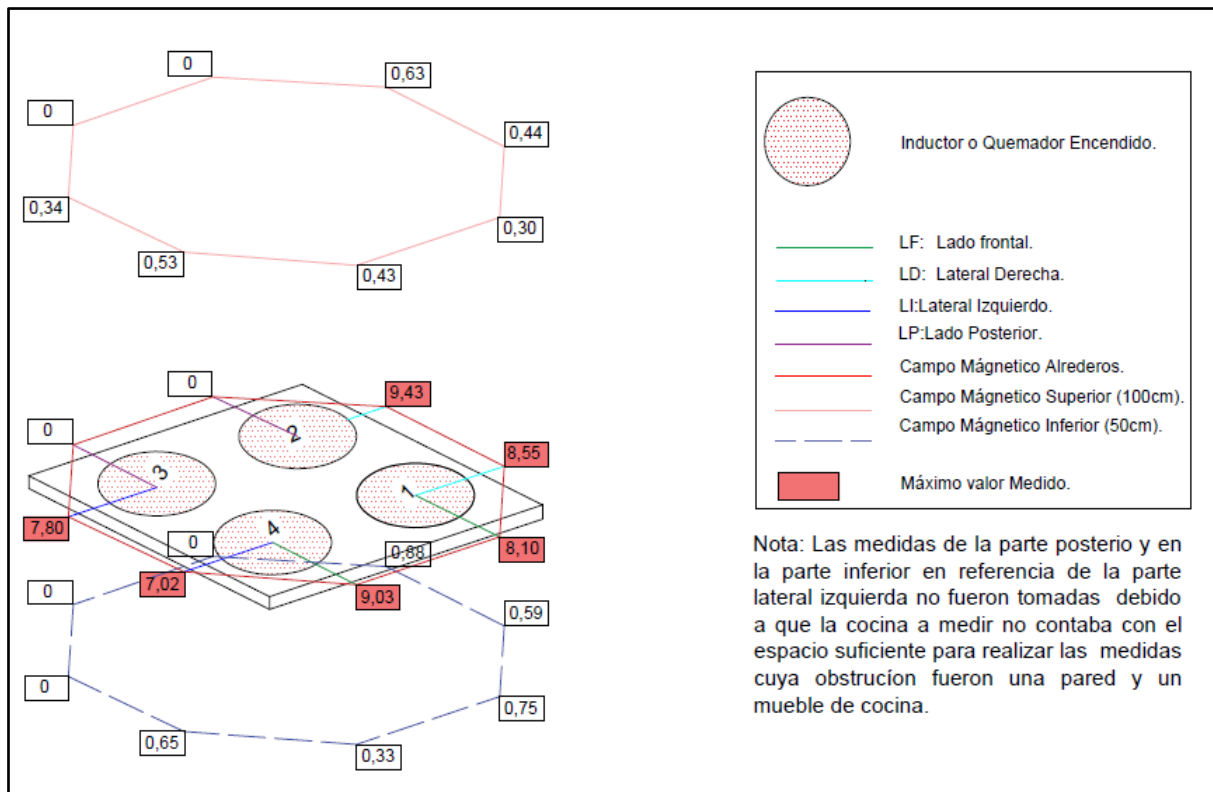
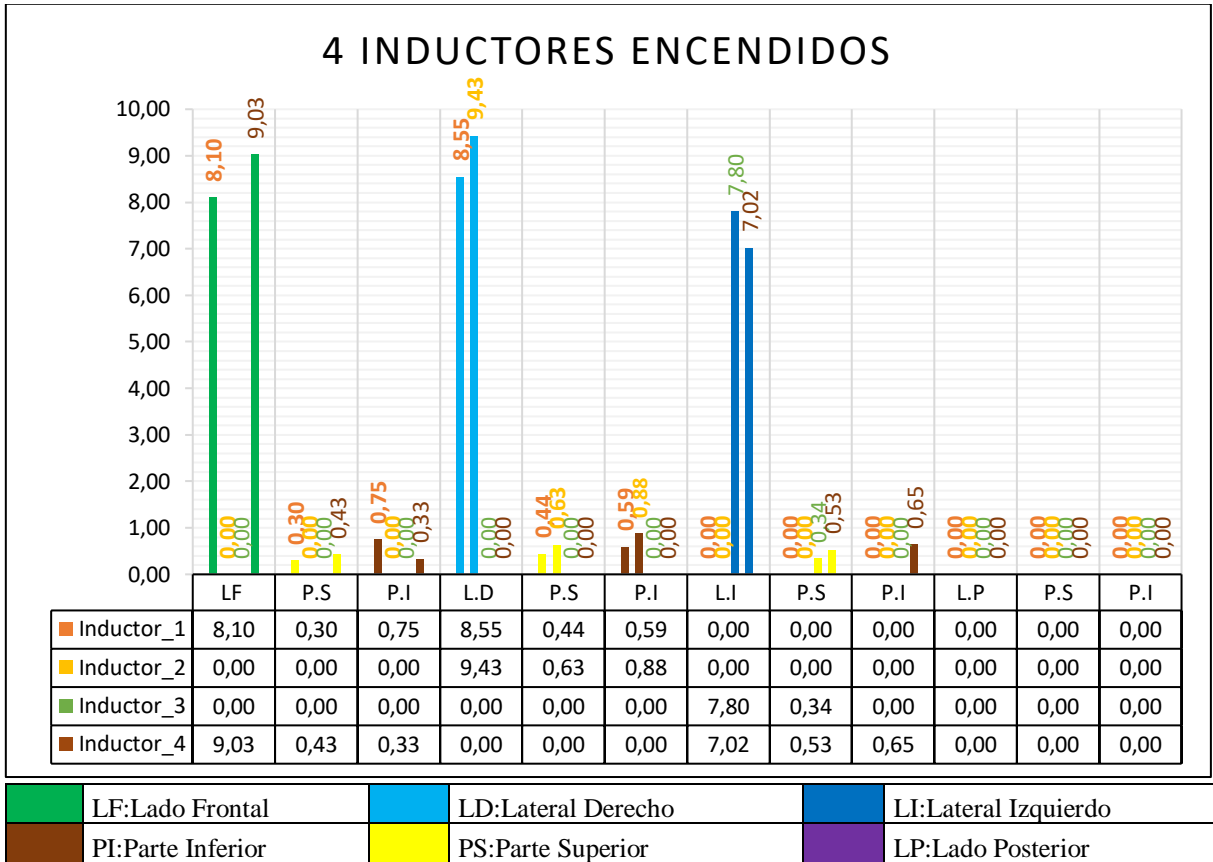


Fig. 68: Campo Magnético desde el centro de los inductores en la Marca “B”

Los valores obtenidos de la marca “B” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, cuando todos los inductores se encuentran encendidos se producen dos puntos máximos por cada inductor, Fig. 70 en el inductor uno en la parte frontal con 8.10 μT y en la parte lateral derecha con 8.55 μT , en el inductor dos en la parte lateral derecha con 9.43 μT y en la parte posterior con 0 μT por falta de espacio, en el inductor tres en la parte posterior con 0 μT por falta de espacio y en la parte lateral izquierda con 7.80 μT y finalmente el inductor cuatro en la parte lateral izquierda con 7.02 μT y en la parte frontal con 9.03 μT .

11.7.3. Medidas de la marca “C” todos los inductores encendidos

En la Tabla 20 se da a conocer los valores realizados a la marca “C” en sus cuatro vértices desde el centro del inductor hacia afuera, con todos sus inductores encendidos a su potencia máxima, cabe mencionar que las medidas de la parte posterior no se realizaron por falta de espacio y finalmente se indica los gráficos estadísticos

Tabla 22. Valores medidos de la Marca “C” desde el centro del inductor todos encendidos

 Universidad Técnica de Cotopaxi		Tabla De Datos		 Ingeniería Eléctrica	
		Campo Magnético			
Marca	Marca "B"	Fecha:	9/7/2019		
Potencia	9	Potencia Máxima	9		
N° De Inductores	Inductor 1	Inductor 2	Inductor 3	Inductor 4	
PARTE FRONTAL (μT).					
LF	6,90	No	No	7,08	
P.S	0,15	No	No	0,23	
P.I	0,63	No	No	0,67	
PARTE LATERAL DERECHO (μT).					
L.D	7,20	8,10	No	No	
P.S	0,24	0,31	No	No	
P.I	0,70	0,56	No	No	
PARTE LATERAL IZQUIERDA (μT).					
L.I	No	No	8,44	8,05	
P.S	No	No	0,45	0,34	
P.I	No	No	0,50	0,76	
PARTE POSTERIOR (μT).					
L.P	No	No	No	No	
P.S	No	No	No	No	
P.I	No	No	No	No	

11.7.3.1. Todos los inductores encendidos

Gráfico 51. Valores Obtenidos desde el centro de todos los inductores en la marca “C”

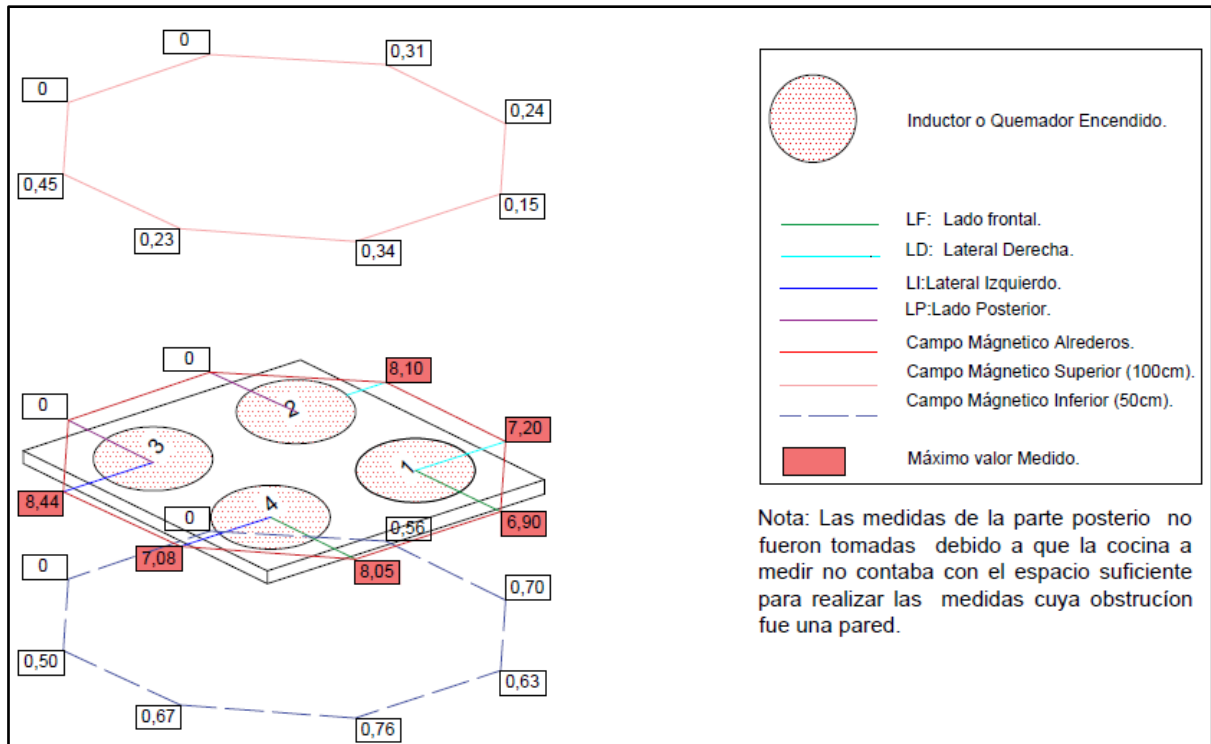
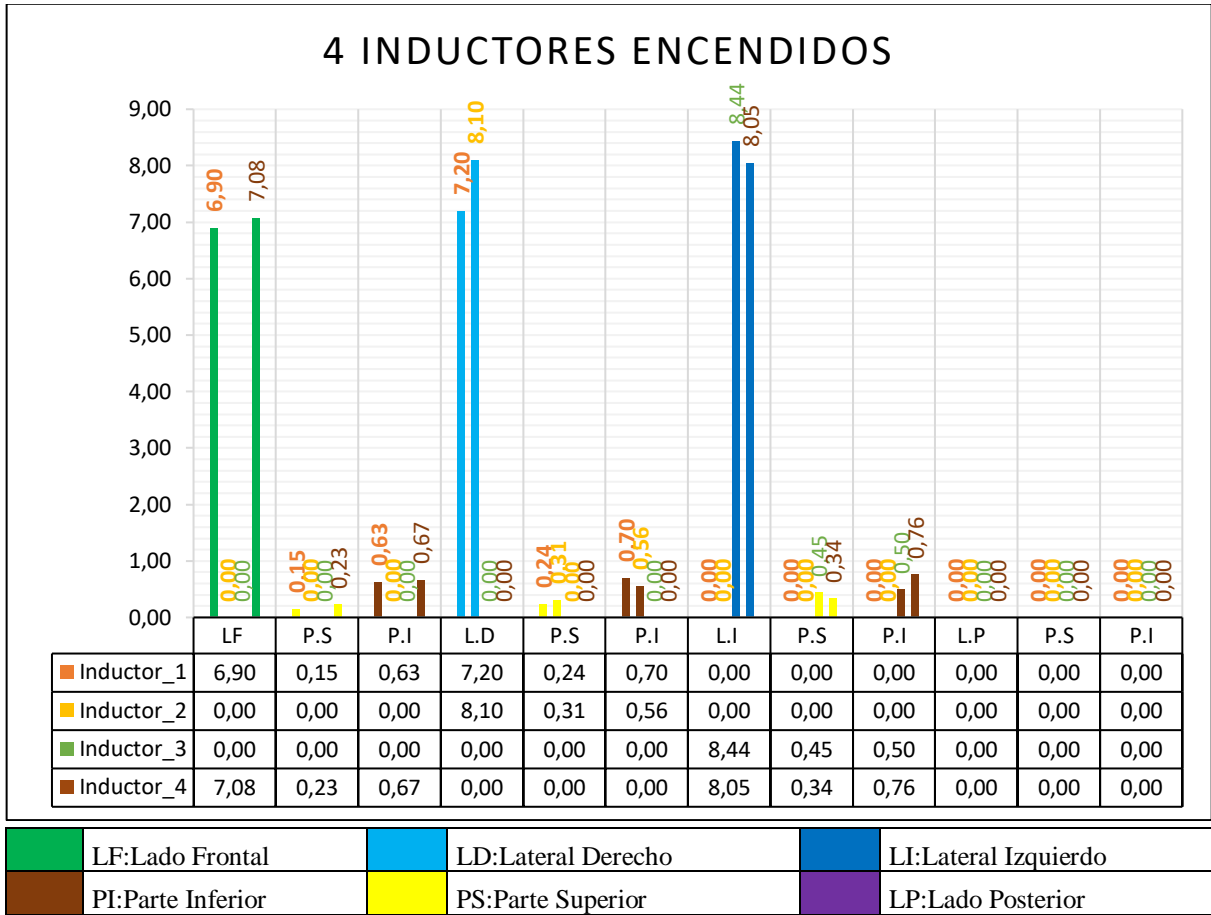


Fig. 69: Campo Magnético desde el centro de los inductores en la Marca “C”

Los valores obtenidos de la marca “C” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, cuando todos los inductores se encuentran encendidos se producen dos puntos máximos por cada inductor, Fig. 71 en el inductor uno en la parte frontal con $6.90 \mu\text{T}$ y en la parte lateral derecha con $7.20 \mu\text{T}$, en el inductor dos en la parte lateral derecha con $8.10 \mu\text{T}$ y en la parte posterior con $0 \mu\text{T}$ por falta de espacio, en el inductor tres en la parte posterior con $0 \mu\text{T}$ por falta de espacio y en la parte lateral izquierda con $8.44 \mu\text{T}$ y finalmente el inductor cuatro en la parte lateral izquierda con $7.08 \mu\text{T}$ y en la parte frontal con $8.05 \mu\text{T}$.

11.7.4. Medidas de la marca “D” todos los inductores encendidos

En la Tabla 21 se da a conocer los valores realizados a la marca “D” en sus cuatro vértices desde el centro del inductor hacia afuera, con todos sus inductores encendidos a su potencia máxima, como se indica en los gráficos estadísticos

Tabla 23. Valores medidos de la Marca “D” desde el centro del inductor todos encendidos

 Universidad Técnica de Cotopaxi		Tabla De Datos		 Ingeniería Eléctrica	
		Campo Magnético			
Marca	Marca "D"	Fecha:	9/7/2019		
Potencia	9	Potencia Máxima	9		
N° De Inductores	Inductor 1	Inductor 2	Inductor 3	Inductor 4	
PARTE FRONTAL (μT).					
LF	7,12	No	No	7,65	
P.S	0,11	No	No	0,09	
P.I	0,28	No	No	0,22	
PARTE LATERAL DERECHO (μT).					
L.D	7,81	7,24	No	No	
P.S	0,15	0,12	No	No	
P.I	0,33	0,47	No	No	
PARTE LATERAL IZQUIERDA (μT).					
L.I	No	No	6,35	6,89	
P.S	No	No	0,12	0,17	
P.I	No	No	0,34	0,32	
PARTE POSTERIOR (μT).					
L.P	No	8,06	8,11	No	
P.S	No	0,33	0,12	No	
P.I	No	0,46	0,42	No	

11.7.4.1. Todos los inductores encendidos

Gráfico 52. Valores Obtenidos desde el centro de todos los inductores en la marca “D”

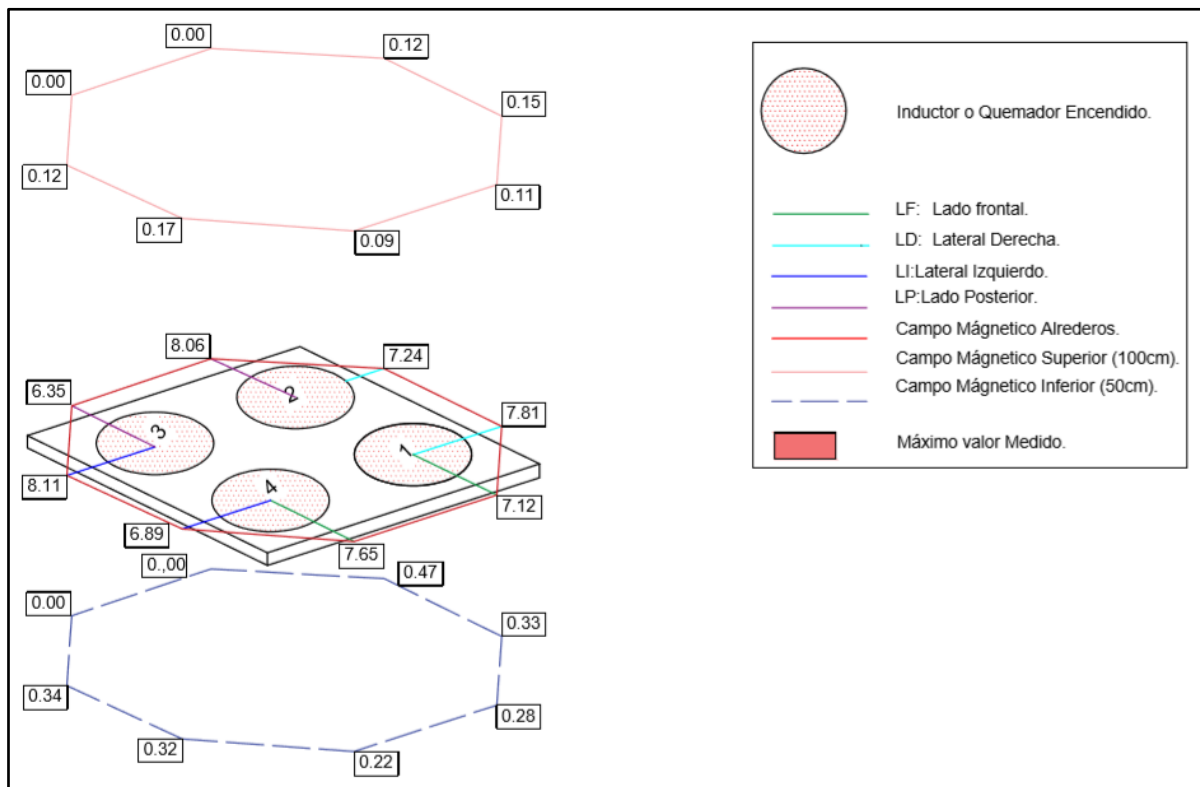
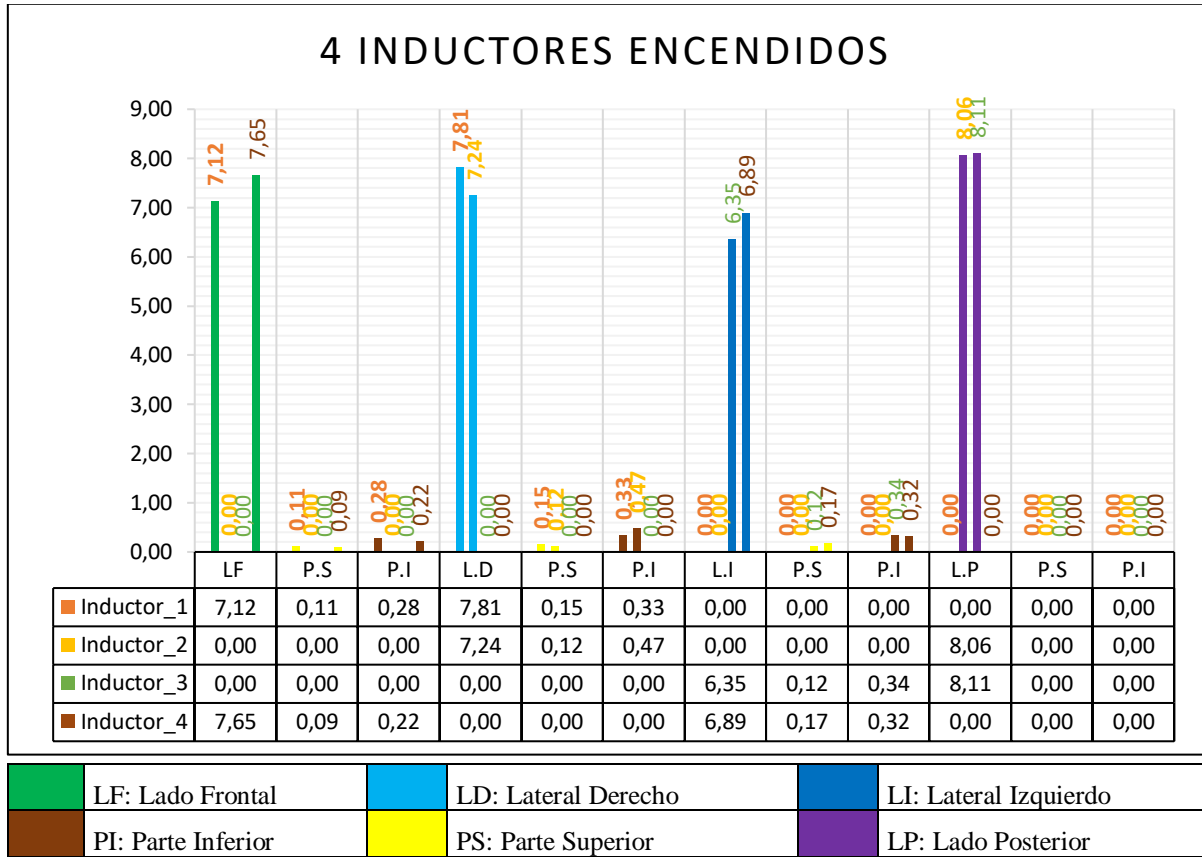


Fig. 70: Campo Magnético desde el centro de los inductores en la Marca “D”

Los valores obtenidos de la marca “D” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, cuando todos los inductores se encuentran encendidos se producen dos puntos máximos por cada inductor, Fig. 72 en el inductor uno en la parte frontal con $7.12 \mu\text{T}$ y parte lateral derecha con $7.81 \mu\text{T}$, en el inductor dos en la parte lateral derecha con $7.24 \mu\text{T}$ y la parte posterior con $8.06 \mu\text{T}$, en el inductor tres la parte posterior $6.35 \mu\text{T}$, en la parte lateral izquierda con $8.11 \mu\text{T}$ y finalmente el inductor cuatro en la parte lateral izquierda con $6.89 \mu\text{T}$ y la parte frontal con $7.65 \mu\text{T}$.

11.7.5. Medidas de la marca “E” todos los inductores encendidos

En la Tabla 22 se da a conocer los valores realizados a la marca “E” en sus cuatro vértices desde el centro del inductor hacia afuera, con todos sus inductores encendidos a su potencia máxima, como se indica en los gráficos estadísticos

Tabla 24. Valores medidos de la Marca “E” desde el centro del inductor todos encendidos

 Universidad Técnica de Cotopaxi		Tabla De Datos		 Ingeniería Eléctrica	
		Campo Magnético			
Marca	Marca "E"	Fecha:	7/7/2019		
Potencia	9	Potencia Máxima	9		
N° De Inductores	Inductor 1	Inductor 2	Inductor 3	Inductor 4	
PARTE FRONTAL (μT).					
LF	5,81	No	No	6,05	
P.S	0,13	No	No	0,11	
P.I	0,34	No	No	0,33	
PARTE LATERAL DERECHO (μT).					
L.D	6,11	5,55	No	No	
P.S	0,17	0,14	No	No	
P.I	0,26	0,46	No	No	
PARTE LATERAL IZQUIERDA (μT).					
L.I	No	No	5,53	5,32	
P.S	No	No	0,12	0,18	
P.I	No	No	0,45	0,45	
PARTE POSTERIOR (μT).					
LP	No	5,93	6,09	No	
P.S	No	0,00	0,00	No	
P.I	No	0,00	0,00	No	

11.7.5.1. Todos los inductores encendidos

Gráfico 53. Valores Obtenidos desde el centro de todos los inductores en la marca “E”

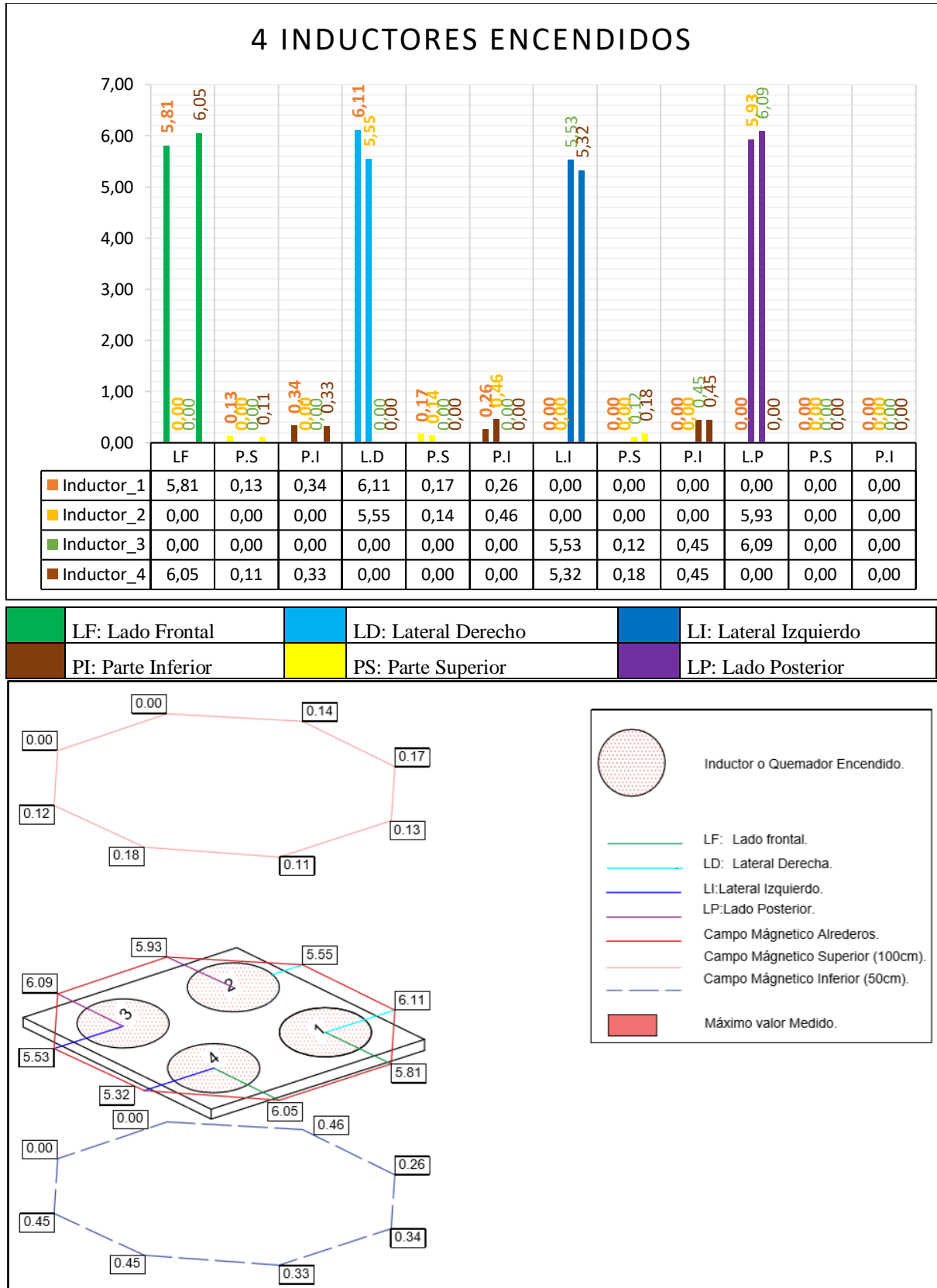


Fig. 71: Campo Magnético desde el centro de los inductores en la Marca “E”

Los valores obtenidos de la marca “D” de acuerdo al procedimiento realizado por los autores, cuando todos los inductores se encuentran encendidos se producen dos puntos máximos por cada inductor, Fig, 72 en el inductor uno en la parte frontal $5.81 \mu\text{T}$ y parte lateral derecha $6.11 \mu\text{T}$, en el inductor dos en la parte lateral derecha $5.55 \mu\text{T}$ y la parte posterior $5.93 \mu\text{T}$, en el inductor tres la parte posterior 6.09 y la parte lateral izquierda $5.53 \mu\text{T}$ y finalmente el inductor cuatro son la parte lateral izquierda $5.32 \mu\text{T}$ y la parte frontal con $6.05 \mu\text{T}$.

Representación estadística de la marca “A” con sus respectivas combinaciones

En el Anexo 11 se da a conocer los valores promediados de potencia máxima sobre las tres medidas realizadas a la marca “A” en sus cuatro vértices desde el centro del inductor con dos inductores encendidos que se pueden observar en la Tabla A1, seguidamente se indica los gráficos y figuras estadísticas.

Representación estadística de la marca “B” con sus respectivas combinaciones

En el Anexo 12 se da a conocer los valores promediados de potencia máxima sobre las tres medidas realizadas a la marca “B” en sus tres vértices desde el centro del inductor con dos inductores encendidos que se pueden observar en la Tabla B1, seguidamente se indica las figuras y gráficos estadísticos, cabe mencionar que en la parte posterior no se pudo realizar las medidas debido a la falta de espacio cuyo factor de obstrucción fue una pared.

Representación estadística de la marca “C” con sus respectivas combinaciones

En el Anexo 13 se da a conocer los valores promediados de potencia máxima sobre las tres medidas realizadas a la marca “C” en sus tres vértices desde el centro del inductor con dos inductores encendidos como se pueden observar en la Tabla C1, seguidamente se indica las figuras y gráficos estadísticos, cabe mencionar que en la parte posterior no se pudo realizar las medidas debido a la falta de espacio cuyo factor de obstrucción fue una pared.

Representación estadística de la marca “D” con sus respectivas combinaciones

En el Anexo 14 se da a conocer los valores promediados de potencia máxima sobre las tres medidas realizadas a la marca “D” en sus tres vértices desde el centro del inductor con dos inductores encendidos que se pueden observar en la Tabla D1, seguidamente se indica las figuras y gráficos estadísticos, cabe mencionar que en la parte posterior no se pudo realizar las medidas debido a la falta de espacio cuyo factor de obstrucción fue una pared.

Representación estadística de la marca “E” con sus respectivas combinaciones

En el Anexo 15 se da a conocer los valores promediados de potencia máxima sobre las tres medidas realizadas a la marca “E” en sus tres vértices desde el centro del inductor con dos inductores encendidos como se pueden observar en la Tabla E1, seguidamente se indica las y

gráficos estadísticos, cabe mencionar que en la parte posterior no se pudo realizar las medidas debido a la falta de espacio cuyo factor de obstrucción fue una pared.

12. IMPACTOS SOCIAL

El impacto es social ya que con el desarrollo de este tema de investigación contribuimos con todas las familias ecuatorianas quienes ya adquirieron o compraron las cocinas de inducción, con el objetivo de verificar el valor de los campos magnéticos que están emitiendo dichas cocinas, debido a que si este valor es alto puede llegar a provocar afectaciones al cuerpo humano.

13. PRESUPUESTO PARA LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Total
1	Equipo de medición EMF 450 detector de campos electromagnéticos.	\$299	\$299
		Total	\$299

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- La determinación del campo magnético de las cinco marcas de cocinas de inducción en conformidad con normativa internacional IEC-62233 se encuentran bajo el límite recomendado de $6.25 \mu\text{T}$, es decir que las cocinas comercializadas a nivel nacional cumplen con el valor límite establecido.
- Al realizar el análisis comparativo se pudo determinar que la marca más recomendable es la “E” por los valores de campos electromagnéticos obtenidos, mientras que la marca “A” se reporta valores de campos electromagnéticos más elevados, sin embargo las dos marcas se encuentran dentro del límite recomendado por la norma IEC-62233.
- Al evaluar el campo electromagnético de las cocinas de inducción a través de un procedimiento donde se considera una distancia de 30 cm del centro del inductor se pudo evidenciar un incremento del campo electromagnético.

- A pesar de reducir la distancia de evaluación del campo electromagnético tan solo la marca “E”, mantiene su valor de campo electromagnético con respecto a lo establecido por la norma IEC-62233.

14.2. Recomendaciones

- Cumplir con el procedimiento establecido por la normativa internacional para obtener los valores de los campos magnéticos reales considerando la distancia y el tiempo de medición que debe ser de 15 segundos y al menos 3 mediciones para determinar el promedio de los datos obtenidos.
- Restringir a las personas que utilizan marcapasos por su seguridad debido a que los campos magnéticos producidos por las cocinas a inducción pueden influenciar en la frecuencia cardíaca.
- Evaluar otros aparatos electrodomésticos como es el caso de los hornos o microondas que generan campos electromagnéticos y que estos pueden resultar siendo peligrosos para la salud humana.
- Recomendar a las autoridades nacionales competentes elaborar una normativa que permita el control de inducción de campo electromagnético de los electrodomésticos comercializados en el país.

15. BIBLIOGRAFÍA

- [1] MEER, «Ministerio de electricidad y energía renovable,» 2005. [En línea]. Available: <http://www.Ecuadorcambia.com/>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [2] «El telegrafo,» 24 Julio 2015. [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/170-mil-hogares-en-Ecuador-ya-tienen-una-cocina-de-induccion>. [Último acceso: 12 julio 2019].
- [3] C. Woodford, «Estufas de induccion,» Explainthatstuff, 19 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.explainthatstuff.com/induction-cooktops.html>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [4] O. L. Pascal Maussion, «Inducción Tecnología de calefacción y sus aplicaciones: la evolución pasada, la tecnología actual y el futuro,» HAL, 23 Enero 2015. [En línea]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01107267/document>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [5] G. X. Moreno Calero, «La influencia de las radiaciones electromagneticas en los seres humanos, sus efectos ,consecuencias y recomendaciones,» Febrero 2013. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5797/1/T2134.pdf>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [6] OMS, «Organizacion Mundial de la Salud,» Febrero 2015. [En línea]. Available: <http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/intmedfrequencies/es/?fbclid=IwAR3ixEmRJHZmBqhDIVxDhOu09jMA787eNMPrexETkGmCZEua2E00WwWkfiM>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [7] E. A. Cushicóndor Collaguazo , «Diseño y Construcción de un prototipo de cocina de induccion electromagnetica,» Noviembre 2009. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1113/1/CD-2596.pdf>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].

- [8] J. F. Salazar Masson, «Estudio Técnico-Comparativo para la introducción de cocinas eléctricas de inducción magnética en el Ecuador,» Mayo 2010. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/41462439.pdf>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [9] INEN, «Servicio Ecuatoriano de normalización,» 27 Junio 2017. [En línea]. Available: <http://inenreglamentacion.blogspot.com/2017/06/rte-inen-252-recipientes-de-cocina.html>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [10] J. Skvarca y A. Aguirre, «Normas y Estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radio frecuencia en América Latina,» febrero 2016. [En línea]. Available: <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/7926/17.pdf;sequence=1>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [11] B. o. I. Standards, «MEASUREMENT METHODS FOR ELECTROMAGNETIC FIELDS OF HOUSEHOLD APPLIANCES AND SIMILAR APPARATUS WITH REGARD TO HUMAN EXPOSURE,» Marzo 2012. [En línea]. Available: <http://blog.bioelectrica.es/wp-content/uploads/2014/08/IEC62233.pdf>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [12] ResearchGate, «cookers, Pre and post natal exposure of children to EMF generated by a domestic induction,» 30 Agosto 2011. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/51606508_Pre-_and_post-natal_exposure_of_children_to_EMF_generated_by_domestic_induction_cookers?fbclid=IwAR0_EyofSDBn3bNAIibCliPuR_NAKGpPk278OqmHpQdddToMIZyHPwD3M MM. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [13] C. Andrear, G. Rene, B. Barbara, Z. Marcel y B. Jurrann, «Exposure of the Human Body to Professional and Domestic Induction Cooktops Compared to the Basic Restrictions,» Enero 2012. [En línea]. Available: <http://blog.bioelectrica.es/wp-content/uploads/2014/08/Exposure-of-the-Human-Body-to-Professional-and-Domestic-Induction-Cooktops.pdf>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [14] Bioelectrica, «Artículos técnicos, contaminación electromagnética,» 1 septiembre 2014. [En línea]. Available: <http://blog.bioelectrica.es/placas-de-induccion-y->

salud/?fbclid=IwAR3XZwj353yCW5hou40MJEjwI4Jn4gCI5VOA9ud8Hg4v_S-
iVSNKPx1fENY. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].

- [15] I. GUIDELINES, «FOR LIMITING Exposure to time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields,» enero 1998. [En línea]. Available: http://blog.bioelectrica.es/wp-content/uploads/2014/08/ICNIRP1998.pdf?fbclid=IwAR3Z_h9RDDpDWniVfF4w1a1qmdh5eJNn5KgCbTPDXKf9NfYLBledRd5HapA. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [16] C. Viellard, A. Romann, U. Lott y K. Niels, «Field Exposure From Induction Cooking Appliances,» Julio 2007. [En línea]. Available: <http://blog.bioelectrica.es/wp-content/uploads/2014/09/Estudio-de-mediciones-campo-magnetico-placas-de-induccion.pdf>. [Último acceso: 04 Diciembre 2018].
- [17] F. Temáticas, «Magnétismo y Fuerza Magnético,» *La Electricidad*, p. 9, 2014.
- [18] M. Oscar, «Estudio actualizado de Normas y procedimientos para la medición de Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencia,» El Salvador, 2011.
- [19] R. Maria, «Campo Magnético,» 03 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://concepto.de/campo-magnetico/>. [Último acceso: 18 Mayo 2019].
- [20] c. Nicolas, «Departamento de Física y Química,» de *Electrostatica y Magnetismo.*, 2014, p. 26.
- [21] V. Daniel, «Electromagnetismo,» *Descubrimiento de Orsted que dio inicio al electromagnetismo*, p. 5, Diciembre 2013.
- [22] C. Cabal, G. Ortero y J. & Acuña, «Informe sobre campos Electromagnéticos y Salud Humana,» Montevideo, 2015.
- [23] J. Farina y I. Tabares, «Fuerza Electromotriz Inducida,» de *Induccion electromagnetica*, 2014, p. 10.
- [24] O. Lucia y M. Pascal, «Inducción Tecnológica de Calefacción,» *HAL*, p. 14, 23 Enero 2015.

- [25] Khan Academy, «Corrientes de Faraday,» *Ciencias Físicas*, 2014.
- [26] C. Cinjodiz, «Hitéresis Magnética,» *INDOOTEK.NET*, 28 Junio 2018.
- [27] F. Aguirre y H. Alarcón, *Ley de Joule*, Guayaquil, 2015.
- [28] E. Guanuchi, Niveles de radiación magnética producida por cocinas de inducción, Cuenca, 2016.
- [29] A. Tama Franco, «Cocina de Inducción versus Cocina a Gas,» *Energía*, 28 Octubre 2013.
- [30] O. Lucia, P. Maussion y J. Burdio, «Induction Heating Technology and Its Applications:», *Past Developments, Current Technology, and Future Challenge*, vol. V, nº 5, pp. 2509-2520, 2013.
- [31] A. Panchi, «Estudio de la calidad de energía eléctrica por cocinas de inducción en la red,» Latacunga, 2013.
- [32] C. Cabal y G. Ortero, «Informe sobre Campos Electromagnéticos y Salud Humana,» Montevideo, 2005.
- [33] Rincon Educativo, «Radiaciones ionizantes y no ionizantes,» *Foro Nuclear*, 2009.
- [34] EXTECH, Productos FLIR, [En línea]. Available: <http://www.extech.com/EMF450/>. [Último acceso: 05 Abril 2019].
- [35] A. Fernández, *Efectos sobre la Salud Humana de los Campos Magnéticos y Eléctricos de Baja Frecuencia*, Sevilla, 2009.
- [36] A. Christ, R. Guidimann y B. Buhmann, «Exposure of the Human Body to Professional and Domestic Induction Cooktops Compared to the Basic Restrictions,» *Bioelectromagnetics*, p. 11, 2012.

Anexo 16. Extracto de la Metodología de Medición de la normativa IEC 62233.

BS IEC 62233:2005

A.3 Condiciones de ensayo para placas de inducción y placas de cocción.

A.3.1 Medición de distancias

Para cada zona de cocción, las mediciones se realizan a lo largo de cuatro líneas verticales (A, B, C, D) a una distancia de 30 cm desde los bordes del aparato hasta la superficie del sensor (Figura A.3). Las mediciones se realizan hasta 1 m por encima de la zona de cocción y 0,5 m por debajo de ella. La medición no se realiza en la parte posterior del aparato (línea D) si está diseñada para ser utilizada contra una pared.

A.3.2 Modo de funcionamiento

Un recipiente de cocción de acero esmaltado, aproximadamente medio lleno de agua del grifo, se coloca en el centro de la zona de cocción que se va a medir.

Se utiliza el recipiente más pequeño recomendado en las instrucciones de uso. Si no se proporcionan recomendaciones, se utiliza el recipiente estándar más pequeño que cubre la zona de cocción marcada. Los diámetros inferiores de los recipientes de cocción estándar son: 110 mm, 145 mm, 180 mm, 210 mm y 300 mm.

Las unidades de calentamiento por inducción funcionan a su vez, las otras zonas de cocción no están cubiertas.

La configuración del controlador de energía se establecerá al máximo.

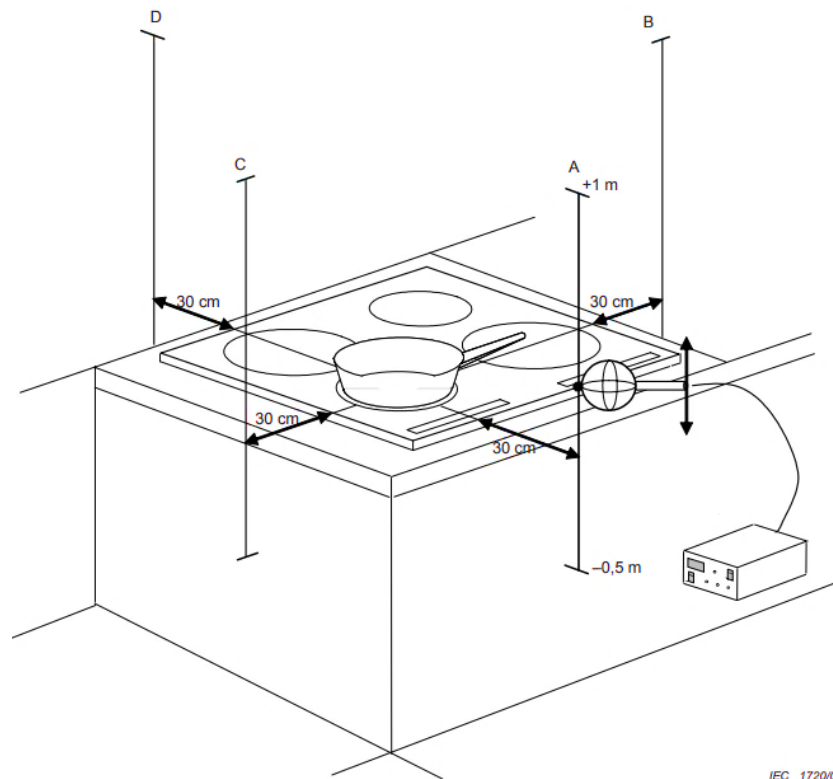
Las mediciones se realizan después de que se alcanzan condiciones de operación estables.

Si no se pueden alcanzar condiciones estables, se debe definir un tiempo de observación apropiado (por ejemplo, 30 s) para asegurarse de obtener el máximo. Valor en fuentes de campo fluctuantes.

NOTA Debido a que se comparte la potencia entre las unidades de calentamiento por inducción, el campo magnético más alto y continuo se obtiene cuando cada unidad de calentamiento se opera por separado.

Las líneas A, B, C y D indican las posiciones de medición.

Esta figura muestra el elemento de calentamiento por inducción de la parte delantera izquierda de una encimera de 4 zonas en funcionamiento.



IEC 1720/05

Figura A.3 Medición de distancias para placas de inducción y fogones.