



PROYECTO FIN DE CARRERA



DESARROLLO DE UN PROTOTIPO ACTIVO DE MITIGACIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO DEBIDO A LÍNEAS AÉREAS

AUTOR: EMILIO BENÍTEZ BOLÍVAR

TUTOR: DR. PEDRO L. CRUZ ROMERO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRICA

Dedicado a las personas y amigos que me hay apoyado sin las cuales no hubiera sido posible la finalización de este trabajo. Especial mención a mi familia y a mi tutor por su paciencia infinita que ha tenido conmigo.

“El verdadero objetivo de un ingeniero no debería ser la de crear riqueza sino la de ser útil a la sociedad, resolviendo los problemas técnicos que se plantean para hacer una sociedad más justa y equitativa.”

INDICE

1	CALCULO TEORICO DEL CAMPO MAGNETICO CREADO POR UNA LINEA AEREA.....	5
1.1	Introducción	6
1.2	Campo magnético creado por un conductor.....	6
1.2.1	Campo magnético creado por un conductor rectilíneo.....	9
1.3	Campo magnético creado por una línea de n conductores.....	10
1.4	Campo magnético creado por corrientes alternas.....	11
1.5	Campos magnéticos creados por dipolos magnéticos.....	12
2	COMPENSACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO MEDIANTE LAZOS ACTIVOS.....	15
2.1	Introducción	16
2.2	Mitigación mediante lazos activos.....	16
3	DISPOSITIVOS DEL MONTAJE DEL LAZO ACTIVO	19
3.1	Introducción	20
3.2	Dispositivos del montaje	20
3.2.1	El inversor	21
3.2.2	DSP	24
3.2.3	Driver	25
3.2.4	Placa de adaptación	28
4	TEORÍA DE AMPLIFICADORES OPERACIONALES.....	35
4.1	Introducción	36
4.2	El amplificador operacional	36
4.3	Características del amplificador operacional.....	37
4.4	Montajes del amplificador operacional	37
4.4.1	Montaje inversor	37
4.4.2	Seguidor de tensión	38
4.4.3	Montaje restador o montaje diferencial	39
4.4.4	Montaje integrador	40
4.4.5	El comparador.....	41
5	CARACTERIZACIÓN DEL EQUIPO DE MITIGACIÓN.....	42
5.1	Introducción	43
5.2	Circuito adaptador de la señal de referencia.....	43
5.3	Adaptador lazo activo.....	57
5.4	Driver	61
5.5	Inversor: Análisis y caracterización de la señal de salida al lazo	72
6	PRUEBAS REALIZADAS AL MONTAJE DSP.....	76
6.1	Seguidor Onda Ref	77
6.2	Elementos utilizados para el funcionamiento	77
6.3	Comenzando: Procedimiento de arranque del DSP.....	78
6.4	Captura y análisis de las señales.....	79
6.4.1	Parámetro muestreo	81
6.4.2	Parámetro error.....	86
6.4.3	Parámetro voltaje.....	92
6.4.4	Parámetro referencia	95
6.4.5	Conclusiones	100
6.5	El programa Seguidor Onda Ref.....	101

6.6	OndaDSP	104
6.7	DSPseno.....	107
7	<i>LAZO ACTIVO. EL CIRCUITO</i>	113
7.1	Descripción del experimento del lazo.....	114
7.2	Sistema línea monofásica	114
7.3	Sistema lazo activo	118
7.3.1	Medidor de campo magnético.....	120
7.3.2	Seguidor de tensión.....	137
8	<i>LAZO ACTIVO. PROGRAMA DSP_LAZO</i>	138
8.1	Introducción	139
8.2	El fichero f243acd2.c.....	140
8.3	El fichero calculos.c	148
9	<i>LAZO ACTIVO. LA MITIGACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO</i>	151
9.1	Introducción	152
9.2	Estudio de la mitigación: inyección de intensidad por el lazo.....	153
9.3	Medidas de la mitigación en una línea monofásica.....	168
9.4	Análisis de la compensación.....	171
9.5	Conclusiones	176
	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	178
	<i>ANEXO</i>	181
1	Lazo.m.....	182
2	Seguidor Onda Ref	183
3	OndaDSP	189
4	DSPSENO	196
5	f243acd2.c.....	205
6	Calculos.c.....	214