

Tabla de Contenido

<u>LISTADO DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS</u>	I
<u>TABLA DE CONTENIDO</u>	V
<u>LISTADO DE FIGURAS</u>	IX
<u>1. ESTADO DE LA TÉCNICA</u>	3
1.1 ACTUALIDAD DE LAS REDES DE POTENCIA ELÉCTRICA	3
1.2 FUNCIÓN DE LOS CONVERTIDORES EN ESQUEMAS DE GD	4
1.3 EL PUENTE ACTIVO DUAL, DAB	10
1.3.1 CONTROL DEL FLUJO BIDIRECCIONAL DE POTENCIA EN EL DAB	13
1.3.2 MODOS DE OPERACIÓN DEL DAB	15
1.4 CARACTERIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE POTENCIA DEL DAB	18
1.5 ANÁLISIS DEL DAB EN ESTADO PERMANENTE	20
1.6 ESTRATEGIAS DE MODULACIÓN	25
1.6.1 DESPLAZAMIENTO DE FASE SIMPLE, SPS (<i>SINGLE PHASE SHIFT CONTROL</i>)	25
1.6.2 DESPLAZAMIENTO DE FASE EXTENDIDO, EPS (<i>EXTENDED PHASE SHIFT</i>)	25
1.6.3 DESPLAZAMIENTO DE FASE DUAL, DPS (<i>DUAL PHASE SHIFT CONTROL</i>)	26
1.7 APLICACIONES DEL PUENTE ACTIVO DUAL. DAB	27
1.7.1 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS O CONDENSADORES	28
1.7.2 INTERFAZ EN CONEXIONES BACK TO BACK	28
1.7.3 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA. UPS	29
1.7.4 EN SISTEMAS AERONÁUTICOS	29
1.7.5 SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN DE ESTADO SÓLIDO SST	29
1.7.6 APLICACIONES EN VEHÍCULOS, ELÉCTRICOS (VE) E HÍBRIDOS (HEV)	30
<u>2. OBJETIVOS</u>	33
2.1 OBJETIVOS PARTICULARES	33
2.2 METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA DE LA TESIS	33

<u>3. MODELADO Y DISEÑO DEL PUENTE ACTIVO DUAL DUAL ACTIVE BRIDGE, DAB</u>	39
3.1 DISEÑO DE LA ETAPA DE POTENCIA DE UN DAB DE 1 kW	39
3.2 MODELO EQUIVALENTE DE PEQUEÑA SEÑAL	44
3.2.1 FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE CONTROL DE LA TENSIÓN DE SALIDA EN LAZO ABIERTO, $GV_{O\phi}$	47
3.2.2 FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE LA AUDIOSUSCEPTIBILIDAD EN LAZO ABIERTO	48
3.2.3 IMPEDANCIA DE SALIDA Z_O EN LAZO ABIERTO	50
3.3 ESQUEMAS DE SIMULACIÓN DEL PROTOTIPO DE 1 kW	52
3.3.1 ETAPA DE POTENCIA DEL DAB	53
3.3.2 SUBCIRCUITO DEL MODULADOR DE FASE	54
3.3.3 REGULADORES	54
<u>4. CONTROL MODO CORRIENTE MEDIA AVERAGE CURRENT CONTROL (ACC), DEL DAB</u>	59
4.1 DISEÑO DE LOS REGULADORES EN UN DAB CON ACC	60
4.1.1 REGULADOR DE CORRIENTE, $G_i(s)$	63
4.1.2 REGULADOR DE TENSIÓN, $G_v(s)$	67
4.1.3 SENSIBILIDAD DE LA TENSIÓN DE SALIDA EN LAZO CERRADO. AUDIOSUSCEPTIBILIDAD E IMPEDANCIA DE SALIDA	69
4.1.4 RESUMEN DE LOS CONTROLADORES	71
4.2 ESQUEMAS DE SIMULACIÓN DEL DAB CON ACC	71
4.3 RESULTADOS DE SIMULACIÓN DEL DAB CON ACC	72
4.3.1 RESPUESTA EN RÉGIMEN PERMANENTE CON CARGA NOMINAL	72
4.3.2 RESPUESTA DEL DAB ANTE EL ESCALÓN DE CARGA	74
4.4 RESULTADOS EXPERIMENTALES	74
4.4.1 PROTOTIPO EXPERIMENTAL	74
4.4.2 RESPUESTA ANTE EL ESCALÓN DE CARGA	76
<u>5. PREALIMENTACIÓN DE LA CORRIENTE DE CARGA LOAD CURRENT FEED-FORWARD LCFF</u>	81
5.1 ESTABILIDAD DINÁMICA EN PEQUEÑA SEÑAL	82

5.2 MODIFICACIÓN DE LA IMPEDANCIA DE SALIDA EN EL LAZO CERRADO CON LCFF	86
5.3 ESQUEMAS DE SIMULACIÓN	89
5.4 RESULTADOS EXPERIMENTALES	92
5.4.1 RESPUESTA ANTE ESCALONES DE CARGA	92
<u>6. ENTRELAZADO DE LA CORRIENTE DE CARGA INTERLEAVING</u>	95
6.1 CONEXIÓN DE DAB EN PARALELO SIN INTERLEAVING	96
6.2 CONEXIÓN DE DAB EN PARALELO CON INTERLEAVING	98
6.3 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN DE MÓDULOS DAB EN PARALELO	105
6.3.1 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN DE DOS MÓDULOS DAB EN PARALELO CON CONTROL ACC Y SIN INTERLEAVING	105
6.3.2 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN DE DOS MÓDULOS DAB EN PARALELO CON CONTROL ACC+LCFF SIN INTERLEAVING	108
6.3.3 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN DE DOS MÓDULOS DAB EN PARALELO CON CONTROL ACC E INTERLEAVING	112
6.3.4 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN DE DOS MÓDULOS DAB EN PARALELO CON CONTROL ACC+LCFF E INTERLEAVING	116
6.3.5 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN EN PARALELO DE TRES MÓDULOS DAB CON CONTROL ACC SIN INTERLEAVING	123
6.3.6 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN EN PARALELO DE TRES MÓDULOS DAB ACC+ LCFF SIN INTERLEAVING	127
6.3.7 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN EN PARALELO DE TRES MÓDULOS DAB ACC CON INTERLEAVING	130
6.3.8 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN EN PARALELO DE TRES MÓDULOS DAB ACC+LCFF CON INTERLEAVING	134
6.4 EFECTO DE LA DISPERSIÓN EN LOS PARÁMETROS DEL DAB	142
6.4.1 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN EN PARALELO DE TRES MÓDULOS DAB CON INTERLEAVING CONSIDERANDO UNA DISPERSIÓN DEL VALOR DE LA INDUCTANCIA SERIE L_F DE -20% EN UNO DE LOS TRES MÓDULOS.	144
6.4.2 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN EN PARALELO DE TRES MÓDULOS DAB CON INTERLEAVING CONSIDERANDO UNA DISPERSIÓN DEL VALOR DE LA INDUCTANCIA SERIE L_F DE +20% EN UNO DE LOS TRES MÓDULOS.	147
6.4.3 SIMULACIÓN DE LA CONEXIÓN EN PARALELO DE TRES MÓDULOS DAB CON INTERLEAVING CONSIDERANDO UNA DISPERSIÓN DEL VALOR DE LA INDUCTANCIA SERIE L_F DE $\pm 20\%$ EN DOS DE LOS TRES MÓDULOS.	151

<u>7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS</u>	<u>157</u>
7.1 CONCLUSIONES GENERALES	157
7.2 TRABAJOS FUTUROS	158
<u>PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS</u>	<u>163</u>
PUBLICACIONES EN REVISTAS INTERNACIONALES	163
CONFERENCIAS	163
OTRAS COLABORACIONES	163
<u>REFERENCIAS</u>	<u>167</u>