

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivos generales	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Alcances	3
2. Marco Teórico	5
2.1. Generación hidráulica	5
2.1.1. Clasificación de centrales hidroeléctricas	6
2.1.2. Recurso hídrico	6
2.1.3. Turbina Hidráulica	7
2.2. Generadores eléctricos	8
2.2.1. Generador Síncrono de Imanes Permanentes (PMSG)	8
2.3. Caracterización del micro-generador FCFM	10
2.3.1. Experiencias de laboratorio	11
2.4. Estrategias para el control de Voltaje	12
2.4.1. Convertidores AC-DC-AC o Back to Back (BTB)	12
2.4.2. Equipos de compensación reactiva (FACTS)	14
2.4.3. Aplicación en centrales de baja escala	14
2.5. Compensador Síncrono Estático (STATCOM)	16
2.5.1. Principio de operación	16
2.5.2. Circuito inversor	17
2.5.3. Funcionamiento	18
2.5.4. Esquema de control de STATCOM	19
2.5.5. Filtros LCL para convertidores	21
2.5.6. Curva de operación	22
2.6. Interruptor <i>chopper</i> para control de potencia	23
2.7. Selección de estrategia a utilizar	24
3. Metodología	25
4. Simulaciones	28
4.1. Modelos virtuales	28
4.1.1. Turbina Hidráulica	28
4.1.2. PMSG	30
4.1.3. Compensador estático de reactivos (STATCOM)	31
4.1.3.1. Diagrama de control	32

4.1.3.2.	Diseño de filtro LCL y amortiguamiento pasivo	34
4.1.3.3.	Ganancias de controladores PI	36
4.1.4.	Cortador de corriente/ <i>Chopper</i>	36
4.1.4.1.	Diagrama de control	37
4.2.	Escenarios de simulación	37
4.2.1.	PMSG sin controlador	38
4.2.2.	STATCOM en sistema eléctrico estable	38
4.2.3.	<i>Chopper</i> de potencia activa en sistema eléctrico estable	39
4.2.4.	PMSG con ELC	40
5.	Resultados y análisis	42
5.1.	PMSG sin controlador	42
5.2.	STATCOM en red firme	45
5.3.	<i>Chopper</i> en red firme	51
5.4.	PMSG con ELC	53
5.4.1.	Variaciones de carga primaria	53
5.4.1.1.	Carga nominal o mayor	55
5.4.1.2.	Carga baja	56
5.4.2.	Variación en referencia de voltaje	58
5.4.3.	Variación en referencia de potencia	60
6.	Conclusiones	62
6.1.	Trabajo futuro	63
	Bibliografía	64
	Anexos	67
A.	Código de diseño	67
B.	Parámetros modelo ELC final	68