

## 국내기술을 이용한 유리화기술 고주파발생기 개발 및 효율 향상

김영일, 김천우, 황태원

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1번지

kyi0705@khnp.co.kr

### 1. 서론

고주파발생기(HFG: High Frequency Generator)는 전원공급장치(변압기 & DC Unit)로부터 전달된 DC 전원을 저온용융로(CCM: Cold Crucible Melter)에 고주파 교류전원으로 변환/공급하는 장치이다.[1] 한국수력원자력(주)(이하 '한수원')이 기존 보유하고 있던 외산 HFG(佛, CFEI)는 CCM Work Coil 부하에 따라 직렬 인덕터와 병렬 인덕터가 자동 조절되는 방식이 아니므로 전압 및 전류 한계치에 도달하는 경우 충분한 출력을 낼 수 없었다. 따라서 기존 HFG를 사용할 경우 전압 및 전류 한계치 범위에서 어느 정도 벗어날 때까지 출력을 증가시키지 못하고 기다려야 하므로 저온용융로의 초기기동시간이 상대적으로 오래 걸렸다. 또한, 운전 중 주파수를 조절할 수 없어서 HFG를 효율적으로 운영하지 못했다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 한수원은 국내기술에 의한 HFG 국산화를 수행하였다.[2]

### 2. 시스템 개요

그림 1은 전원공급장치로부터 전달된 DC 전원을 이용하여 고주파 AC 전원을 발생시키는 개략도를 보여주고 있다. 전원공급장치로부터 공급된 DC 전원은 바이패스 콘덴서와 고주파 쇼크 코일에 의하여 HFG로 흐르게 되고 반면 HFG에서 발생하는 고조파(高調波)는 쇼크에 의해서 차단되며 미세한 고조파(高調波) 전원이란도 쇼크를 통하여 전원공급장치(DC 라인)로 역류가 될 경우 바이패스 콘덴서에 의해서 바로 접지되도록 되어 있다. HFG는 300kHz 고주파(高周波)를 발진해야 하므로 스위칭 속도가 빠른 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 소자 모듈을 DC +/- 측에 대칭으로 연결하여 일반적으로 모듈당 50~77kW의 출력을 발생한다. MOSFET +모듈과 -모듈에 공급되는 전원은 컨트롤 보드에서 300kHz의 고주파 전원으로 변환되고, 부하단의 리액턴스에 맞추어 역율(Power Factor) 보상을 위한 콘덴서는 MOSFET 모듈에 병렬 그리고 직렬로 연결되어 L-C 공진이 되도록 설계되었다.

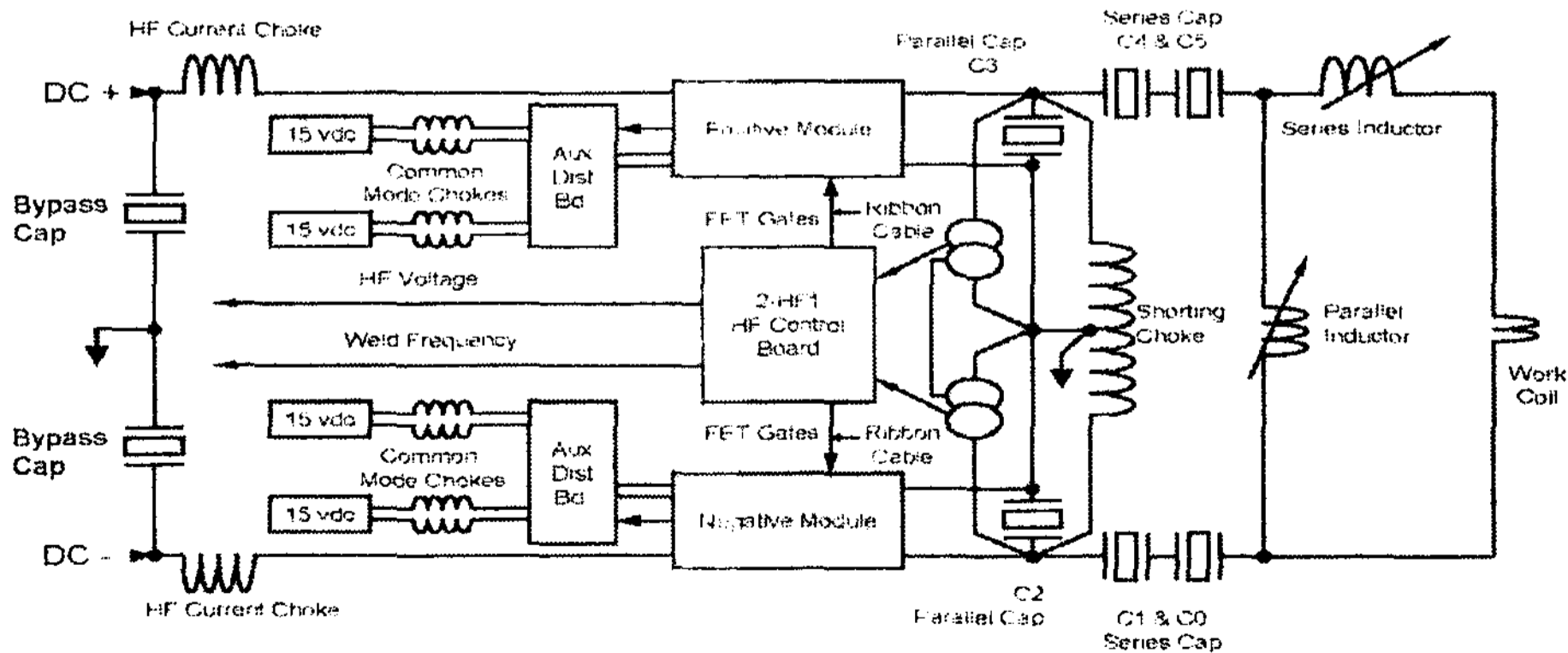


그림 1. 고주파(High Frequency) 발생 개략도

### 3. 국산화 내용

신규 국산 HFG는 그림 1 우측에 자동조절 가능한 직렬 인덕터(Series Inductor)와 병렬 인덕

터(Parallel Inductor)를 보유하고 있다. 이 두 대의 인덕터는 HFG와 CCM을 감싸고 있는 Work Coil이 최적의 발진상태가 될 수 있도록 운전 중 자동 조절되게 개선되었다. 직렬 인덕터는 전압과 전류를 조절하고 병렬 인덕터는 주파수를 조절하는데, 주 매칭 여건은 코일의 크기 및 코일의 부하상태에 의해서 결정된다. 한수원은 HFG 출력을 300kW에서 400kW로 증대시켰고, 자동온도 조절 기능도 추가하였다. 표 1은 기존 HFG 대비 개선된 HFG의 특성에 대해서 보여주고 있다.

표 1. 기존 HFG와 신규 HFG 특성 비교

		기존 HFG	신규 HFG	비 고
제작사		CFEI(佛)	국내업체	
출력/주파수		300kW/300kHz	400kW/300kHz	100kW 출력증대
발진방식		반도체형(MOSFET)	반도체형(MOSFET)	동일방식
주요 기능	자동임피던스 조절 기능	없 음	보 유	
	가변주파수 기능	없 음	보 유	가변: 100~300kHz
	자동온도 조절 기능	없 음	보 유	운전용이성 확보
	HF Line	약 1m	약 3.1m	

4. 개선 효과

국산 HFG는 시스템 내부에 있는 임피던스를 자동으로 조절하여 전압, 전류, 주파수가 최적이 되도록 하는 기능을 보유하고 있다. 따라서 HFG 기동시 Work Coil에 공급되는 출력전원은 직·병렬 인덕터가 자동으로 운전되므로 초기점화시 전압 및 전류 한계치 도달로 인하여 출력을 충분히 발생시키지 못하는 문제점이 해결되었다. 그림 2는 기존 HFG와 신규 HFG를 이용하였을 때 HFG의 초기기동시간을 비교한 것이다. 기존 HFG 보다 신규 HFG를 이용할 경우 초기기동시간이 40분 정도 단축된 것을 알 수가 있다.

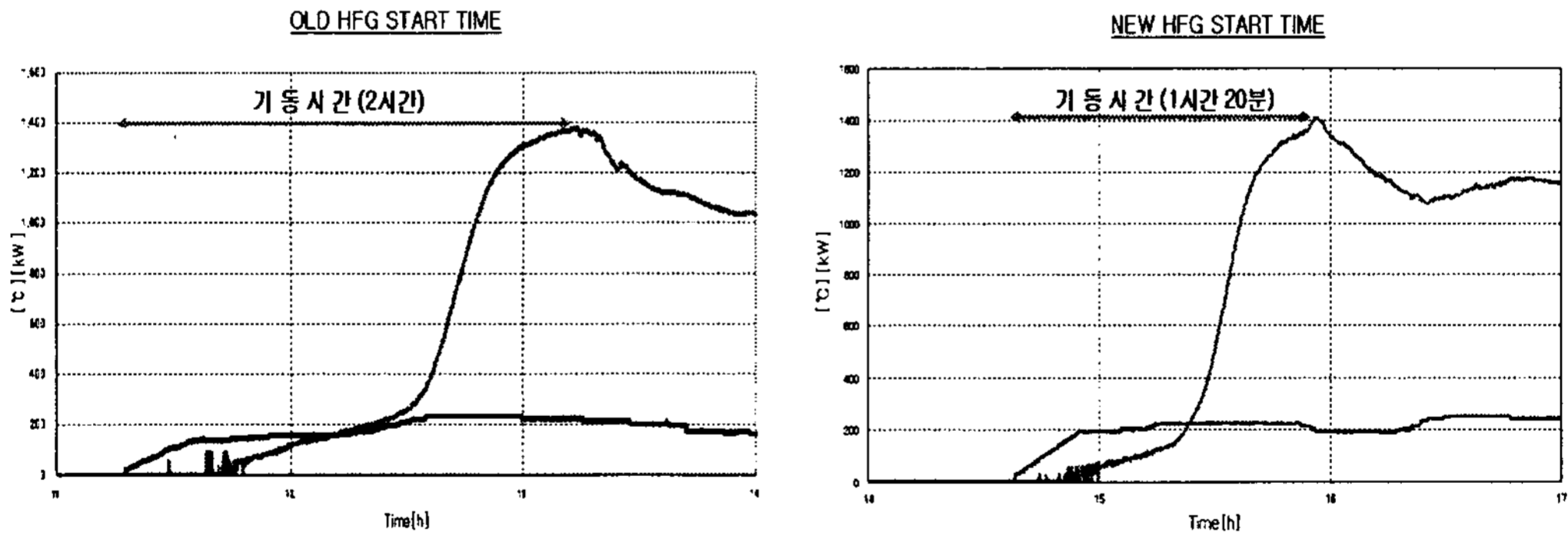


그림 2. 기존 및 신규 HFG 초기점화시 기동시간 비교 그래프

5. 결 론

한수원은 기존 외산 HFG 보다 출력을 100kW 증가시켰고, 자동 임피던스조절 기능, 가변주파수 기능, 자동 온도조절 기능을 보유한 HFG를 국내기술로 개발하였다. 특별히 국산 HFG에 장착된 가변주파수 기능은 향후 대용량 저온용융로(CCM) 개발에 활용될 매우 유용한 기능이다. 국산 HFG는 기존 장비 성능에 비해 운전 용이성 등이 매우 향상된 것으로 평가되었다. 한수원은 유리화기술 핵심설비 국산화를 통해 관련분야 기술자립을 이루었고 향후 해외수출 기반도 구축하였다.

참고문헌

1. 이재건, 실무고주파가열, 진영사, 2002.
2. 한수원, 중·저준위 방사성폐기물 유리화 원형플랜트 개발(Ⅱ) [2차년도 진도보고서], 2006.