

Integrator System for Magnetic Diagnostics of 2nd Plasma Operation in KSTAR Tokamak

가은미*, 이상곤, 박준교, 손대락¹

국가핵융합연구소, ¹한남대학교

1. 서론

KSTAR(Korea superconducting tokamak advanced research)의 초기 플라즈마 운전시 자기적 진단을 위하여 드리프트 자체 보상형 아날로그 적분기와 임피던스 버퍼용 프리 앰프가 적분기 시스템으로 구성되어 사용되어 졌다 [1,2]. 본 시스템에 사용된 적분기는 11 모듈(1 모듈 = 4 채널)과 프리앰프 44채널이었다. 1st plasma 운전시 극저온에서 초전도 상태의 토로이달 코일과 폴로이달 코일에 전류를 인가시켜 플라즈마를 발생시키고, 제어하는 동안 각각의 자기진단용 센서로부터 유도된 자속 밀도를 측정시의 적분기 시스템의 드리프트양은 본래 특성 측정값보다 10배 정도 저하되었다. 2nd 플라즈마 운전 시에 자기 진단계의 좀 더 정확한 측정과 실시간 플라즈마 제어 및 EFIT 프로그램을 이용한 플라즈마 reconstruction을 위하여 적분기 자체의 드리프트 특성은 선형적이며 그 양은 최소화되어야 한다. 본 연구를 통해서 적분기 시스템의 성능향상 완료 및 2nd 플라즈마 운전을 위한 설치가 성공적으로 완료되어졌다. 2nd 플라즈마 운전이 시작됨에 따라 본 적분기 시스템은 자기 진단계의 data를 획득하게 될 것이다.

2. 실험방법

적분기 시스템의 측정 환경은 KSTAR에 설치된 환경과 최대한 비슷하게 구성하였으며, 프리앰프의 입력단에는 100 m의 Belden cable을 연결하였다. 설치된 측정 환경은 Fig. 1(a)와 같다. 특성조사 후 성능향상 조건인 적분기의 RC time constant를 $R = 0.1 \text{ k}\Omega$ 과 $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$, $R = 1 \text{ k}\Omega$ 과 $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$, $R = 10 \text{ k}\Omega$ 과 $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$ 로 RC time을 1 ms, 10 ms과 100 ms 로 교체하였다.

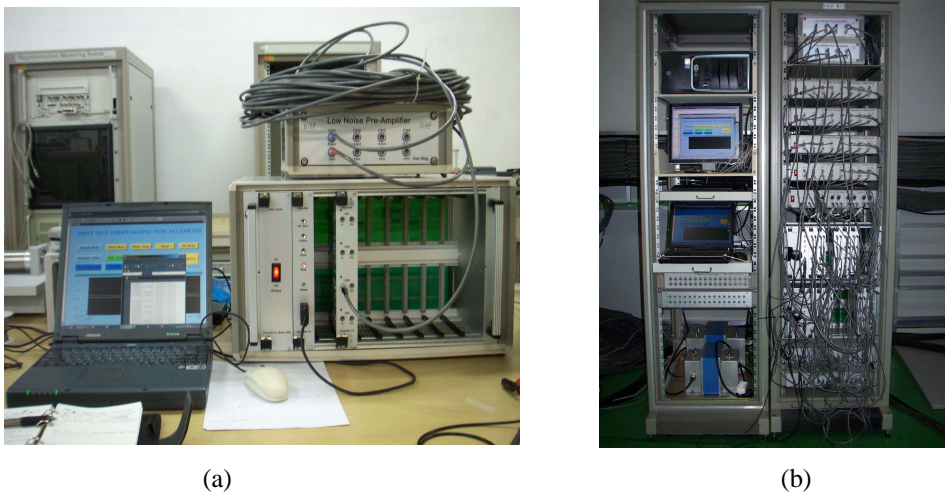


Fig. 1. Photograph:(a) performance test of the integrator system in MagLAB.

(b) installed integrator system in diagnostic room in KSTAR.

실험실 환경에서의 각 모듈의 개별 성능 실험을 마친 후 11 모듈의 적분기 시스템은 Fig. 1(b)와 같이 KSTAR 토카막 운전 실험을 위해 국가핵융합연구소 내부의 진단실험실 내부에 설치되어졌다.

3. 실험결과

KSTAR의 최종 운전 목표인 300 초 동안의 특성을 만족하기위해 실험실 환경에서 400초 동안 측정해 보았으며 결과는 fig. 2. 와 같다.

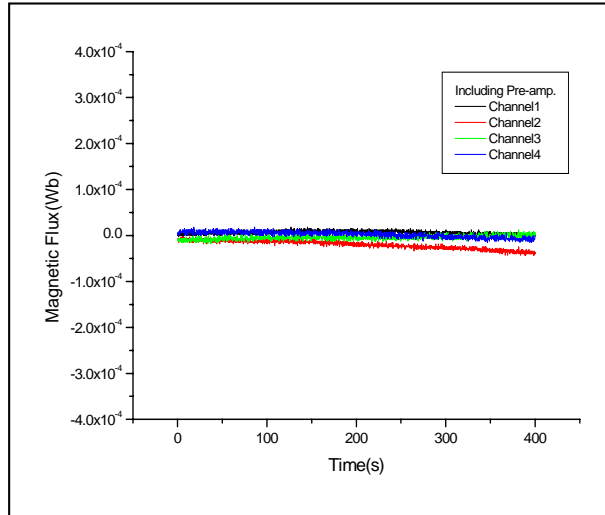


Fig. 2. Performance test results of the 11 modules of integrator systems.

4. 결론

적분기의 RC time은 1 ms, 10 ms과 100 ms로 선택하여 사용할 수 있도록 회로가 구성되어 있으며, RC time constant를 $R = 0.1 \text{ k}\Omega$ 과 $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$, $R = 1 \text{ k}\Omega$ 과 $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$, $R = 10 \text{ k}\Omega$ 과 $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$ 로 교체하였다. 적분기 각 모듈의 개별 성능 실험 결과 모든 모듈의 특성은 $1.0 \times 10^{-7} \text{ Wb/s}$ 이하였다. 적분기 11 모듈 모두 성능 향상 후 2nd 플라즈마 운전 실험에 적용되기 위해 국가핵융합연구소의 진단실에 설치되어졌다. 적분기 시스템의 드리프트 양은 초기 운전시의 특성보다 향상되어 실시간 플라즈마 제어, EFIT 프로그램을 이용한 플라즈마 reconstruction, 자기 진단계의 data 획득 및 분석에 기여 할 것으로 사료된다.

5. 참고문헌

- [1] J. B. Bak, S. G. Lee, D. Son and E. M. Ga, Rev. Sci. Instrum. 78, 043504 (2007).
- [2] E. M. Ka, S. G. Lee, J. B. Bak and D. Son, Rev. Sci. Instrum. 79, 10F119 (2008).