

A Crowbar System for the Protection of 500 kW, 84 GHz Gyrotron Tube for KSTAR ECH System

이한구, 배영순, 문성익, 남궁 원, 조무현

POSTECH

이용운, 이경수, 김용태

POSCON

2002 KPS, April 19-20, 2002

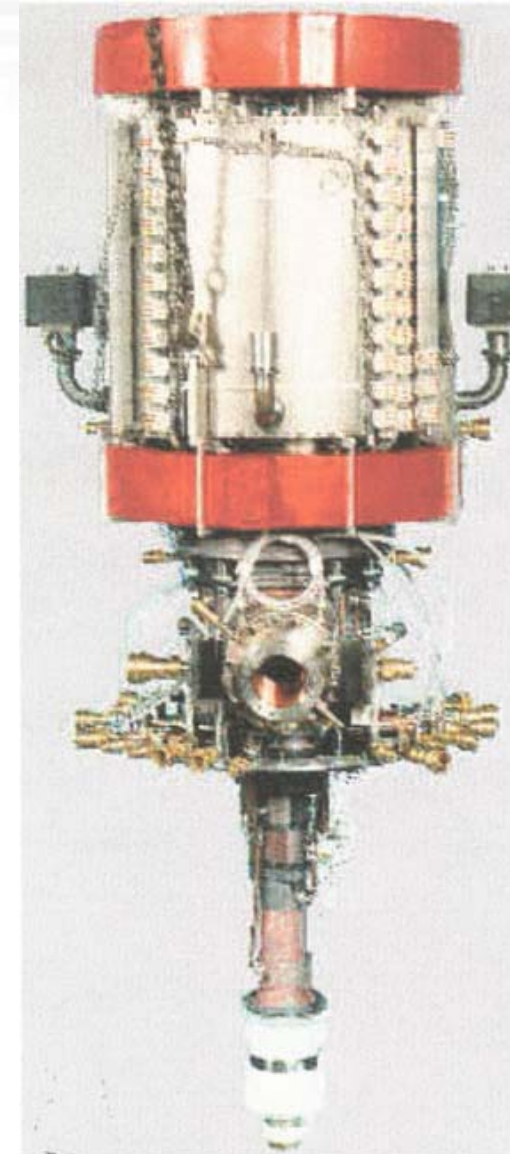
Abstract

84-GHz, 500 kW (출력 펄스폭: 2 sec)급 Gyrotron tube (VGB-8084)는 KSTAR ECH System의 millimeterwave source로 사용될 예정이다. Gyrotron tube 운전을 위한 1.6 MW (80 kV x 20 A)급 전원장치는 국내에서 개발되어 현재 시험운전 중이며, tube 운전 시 arc fault가 발생할 경우 자이로트론 튜브의 보호를 위해 crowbar system이 구성되어 있다. Crowbar system은 2개의 ignitron과 두개의 trigger module (IG5F, Richardson Electronics)로 구성되어 있다.

VGB-8084 Gyrotron 보호용 crowbar system은 허용된 arc energy가 5 Joules이 넘지 않도록 설계되어야 하며, 이를 위해서는 arc 시 흐르는 beam current의 상승시간을 늘여야 한다.

VGB-8084 Gyrotron tube의 arc fault는 pendulum switch와 6 Joule에 녹는 동선 (0.12 mm diameter and 10cm length)을 이용하여 구현하였다. 본 논문에서 arc energy를 6 Joules 이내로 제한하기 위해 필요한 회로구성품의 정격과 그에 따른 펄스 전류상승 시간 특성에 대한 전산모사 와 실험결과를 보이고자 한다.

* Work supported by MOST-Korea and KBSI-KSTAR project.



Gyrotron Power Supply (GPS) 구성

GPS

RECTIFIER

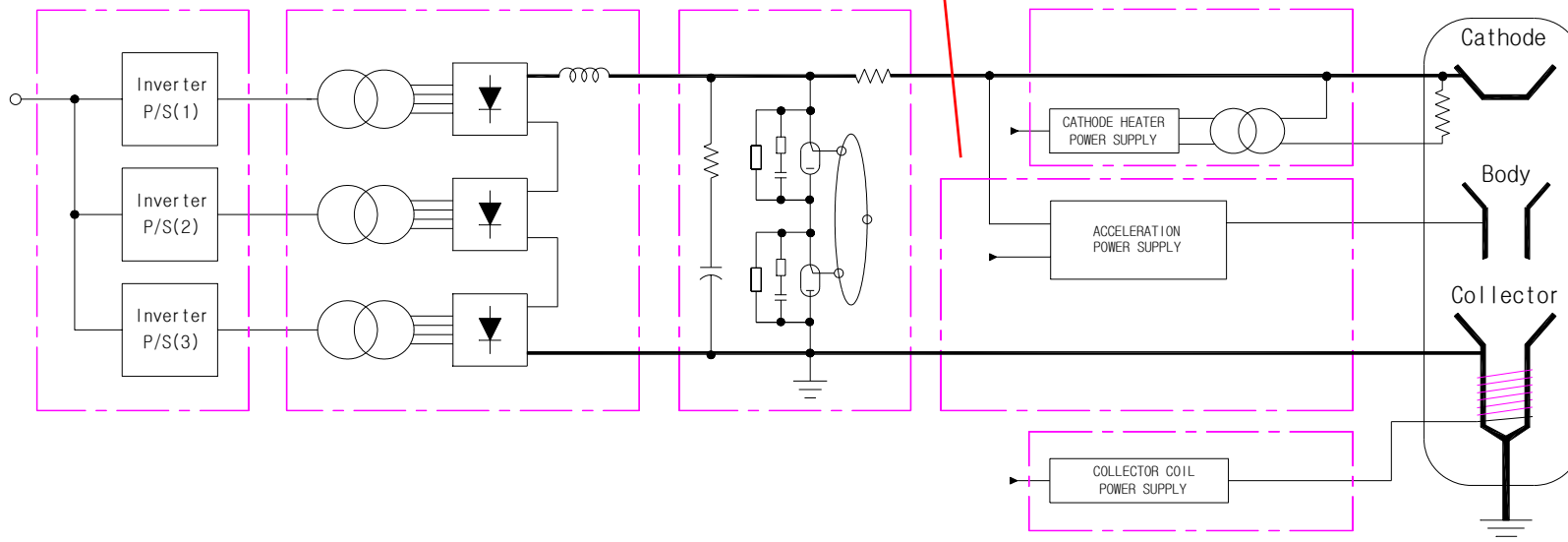
FILTER & CROWBAR

APS

CATHODE HEATER
COLLECTOR COIL

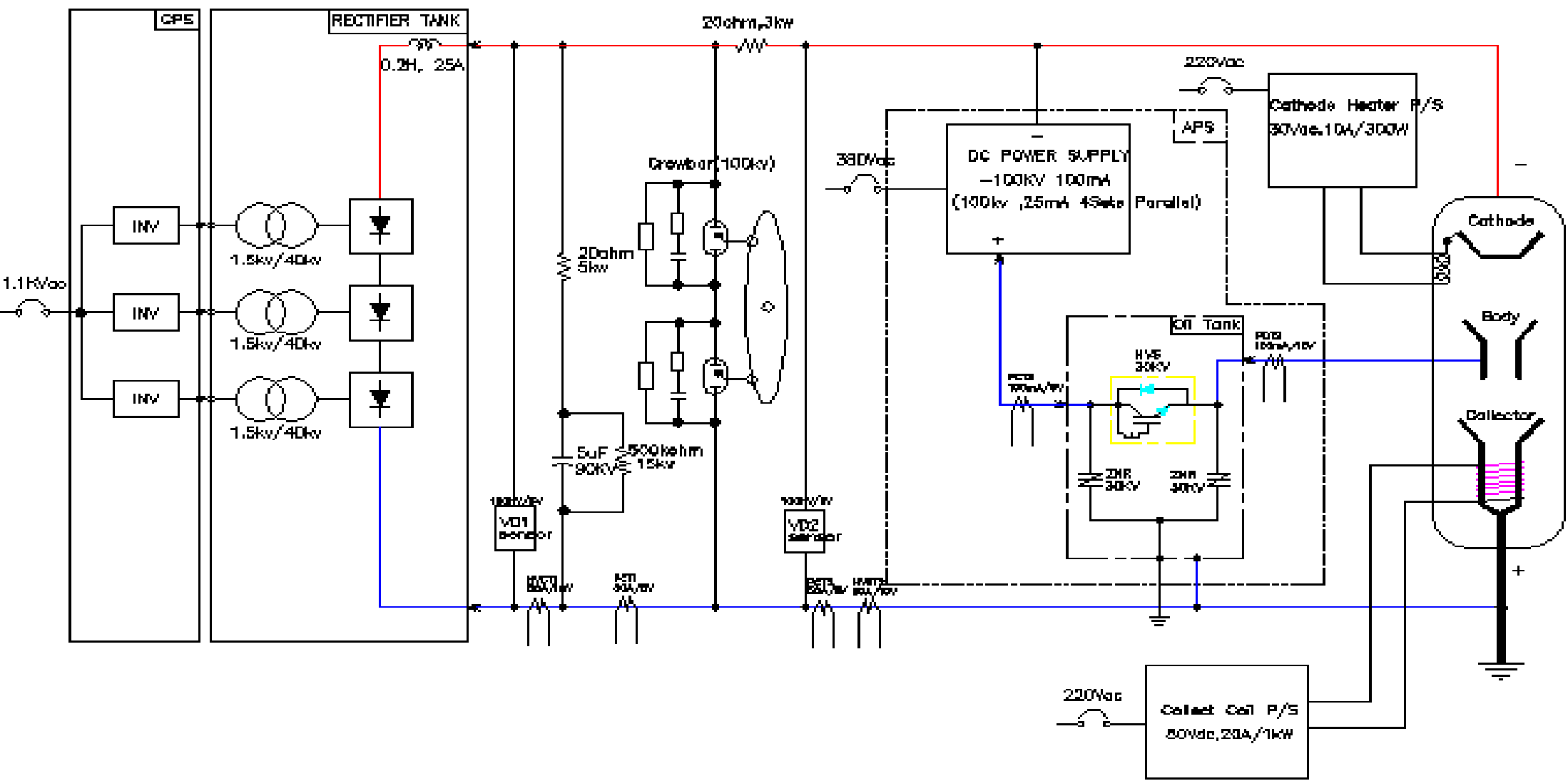
LOAD RESISTOR

GYROTRON TUBE

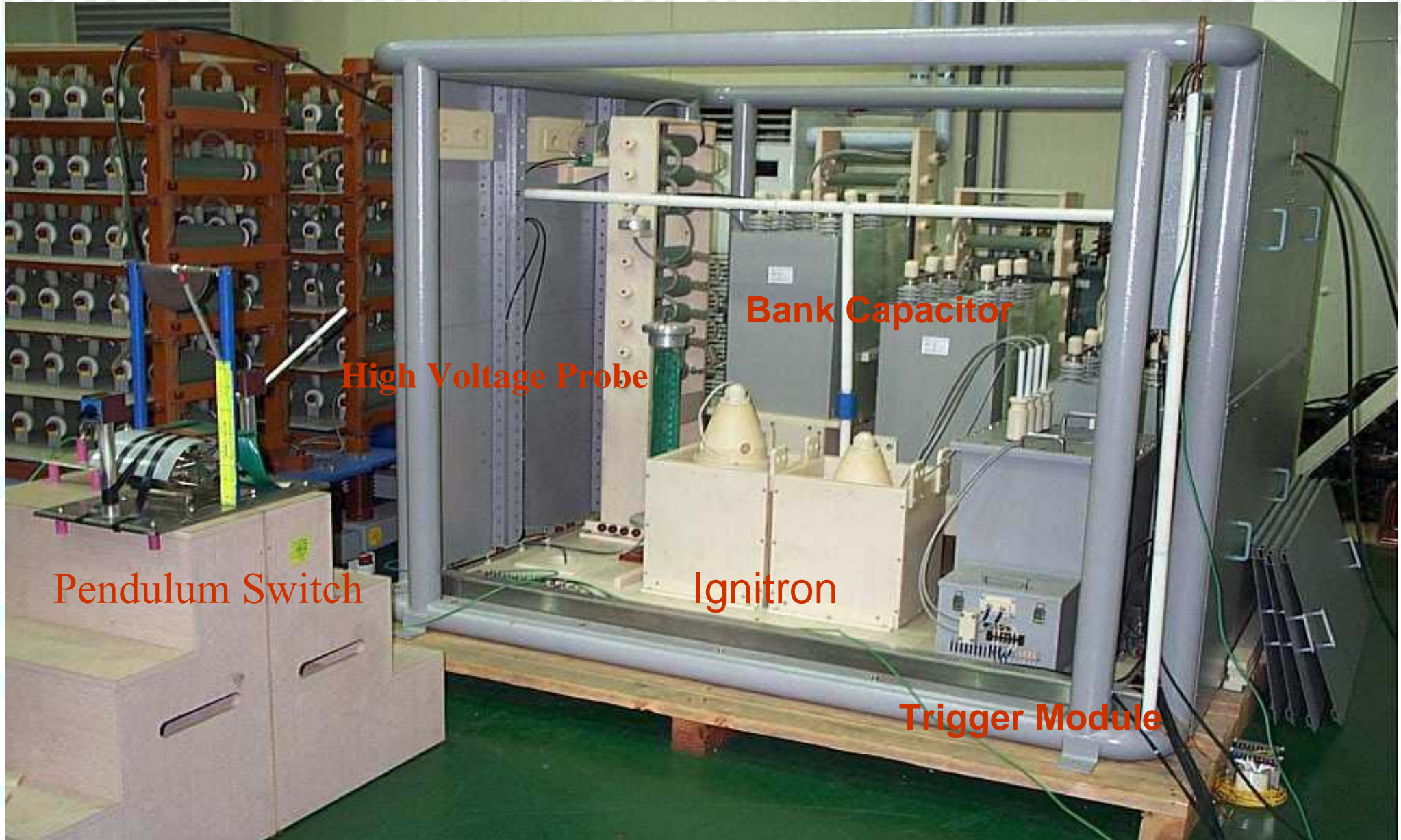


A Crowbar System of Gyrotron Tube

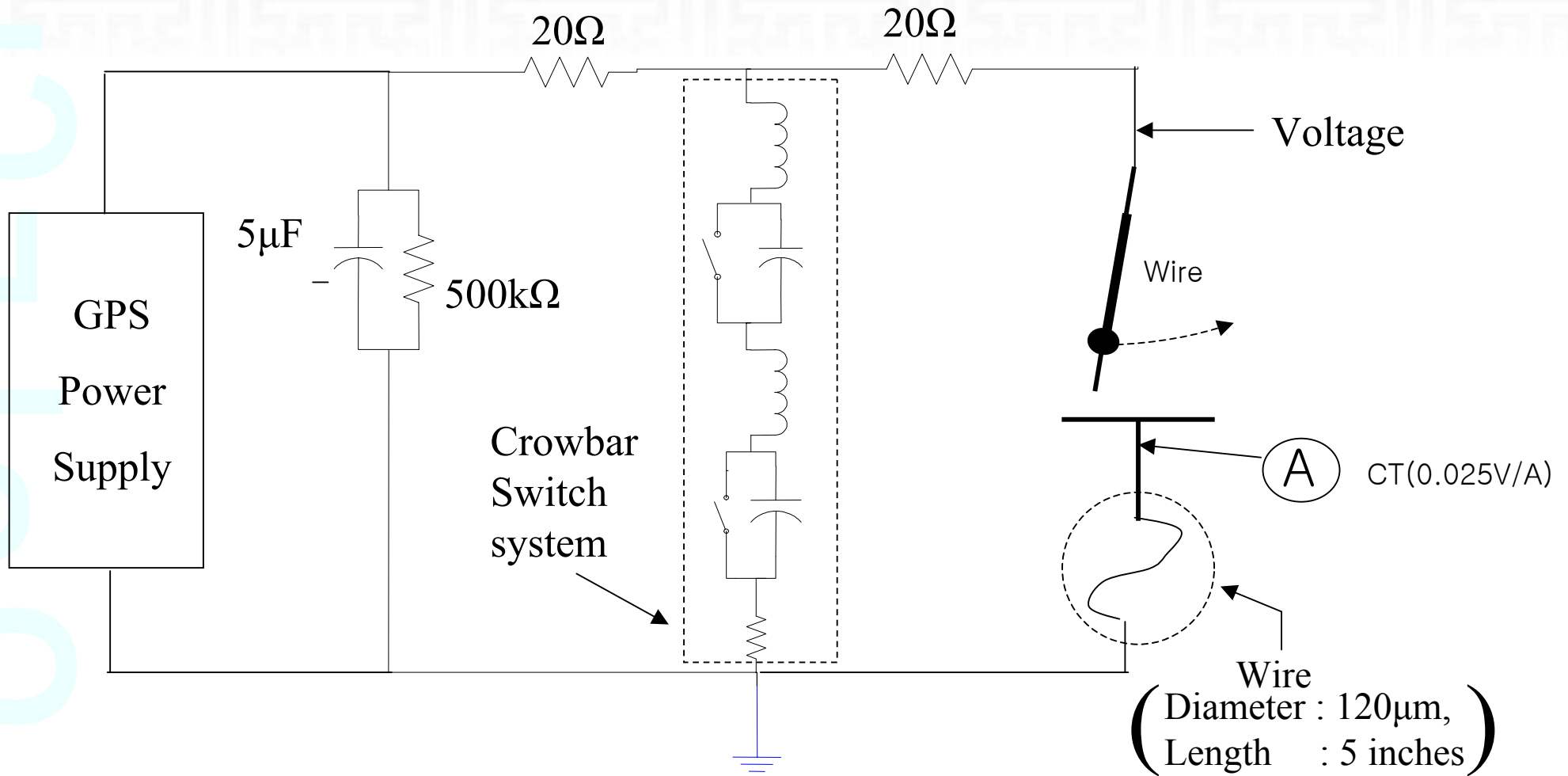
DC POWER SUPPLY
-80KV 20A



GPS Crowbar System



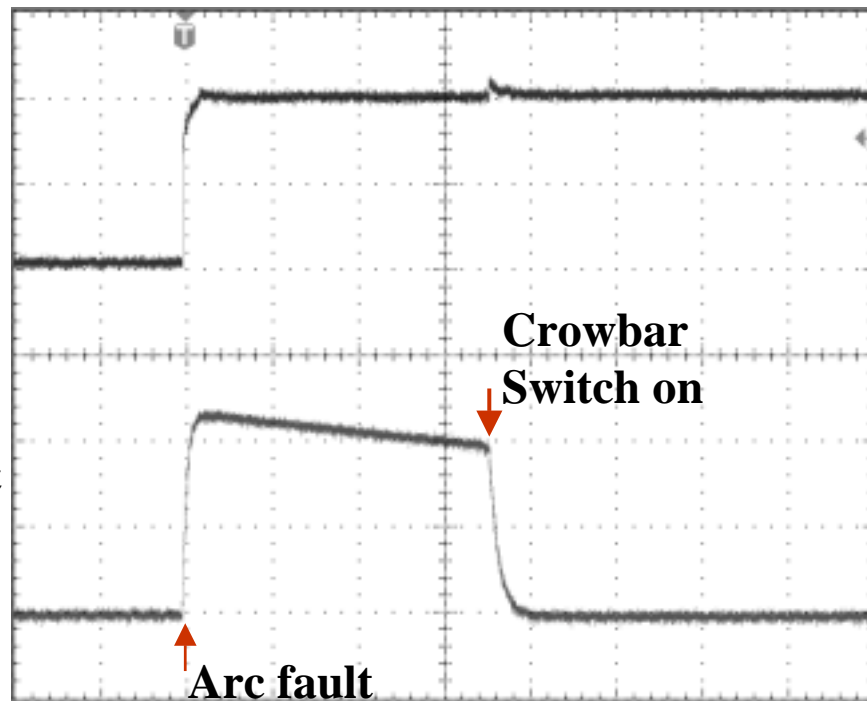
Experimental Setup



Experimental Result

GPS 20kV Operation

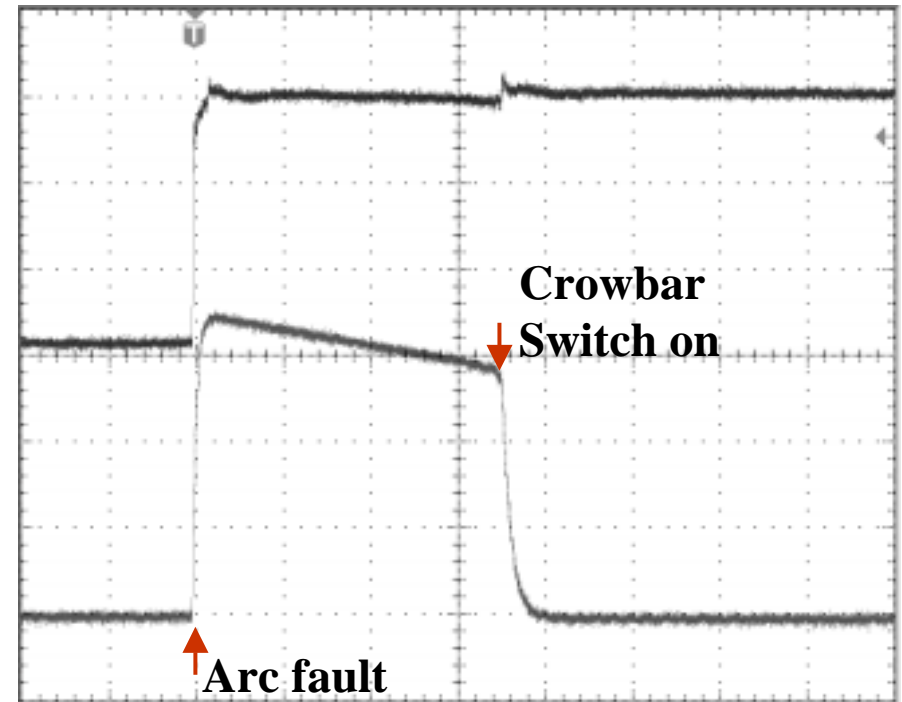
(Wire Condition : OK)



Time(10μs /div)

GPS 30kV Operation

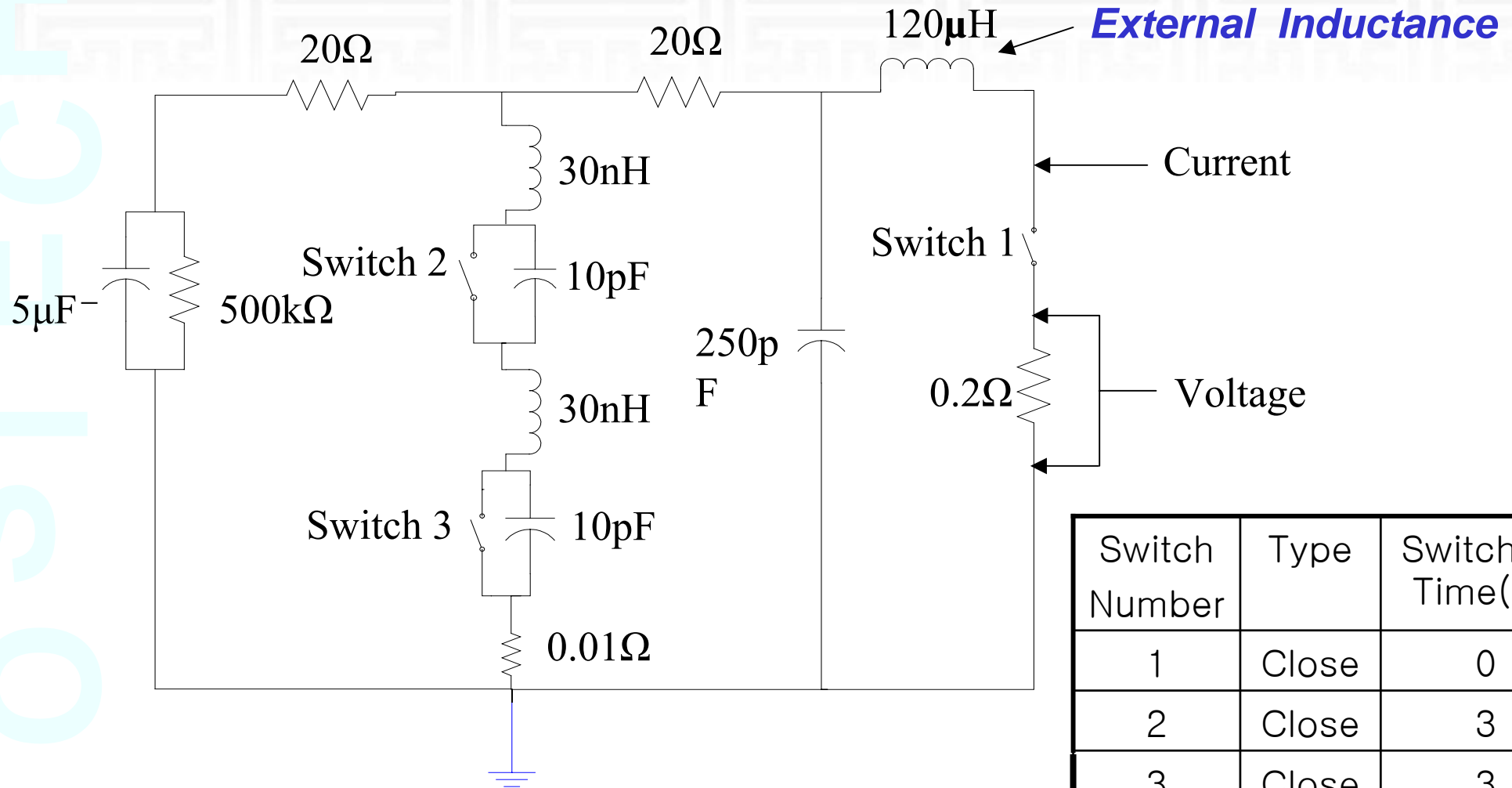
(Wire Condition :Melt down)



Time(10μs /div)

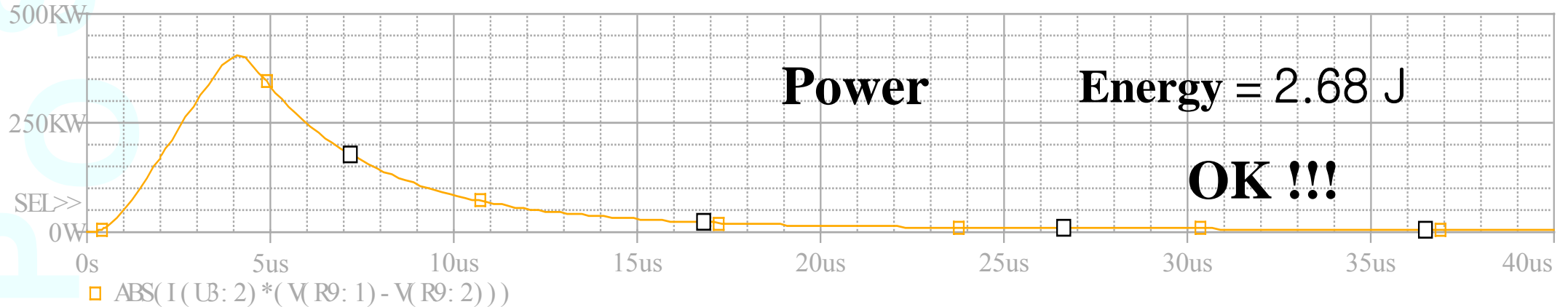
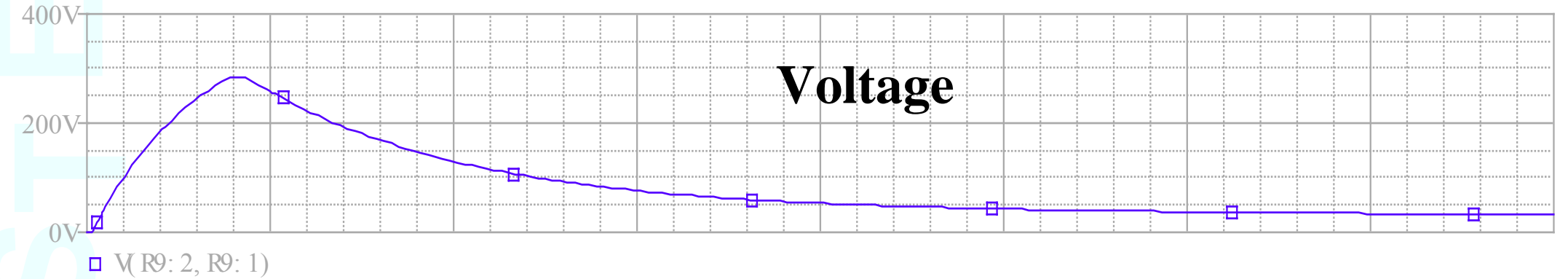
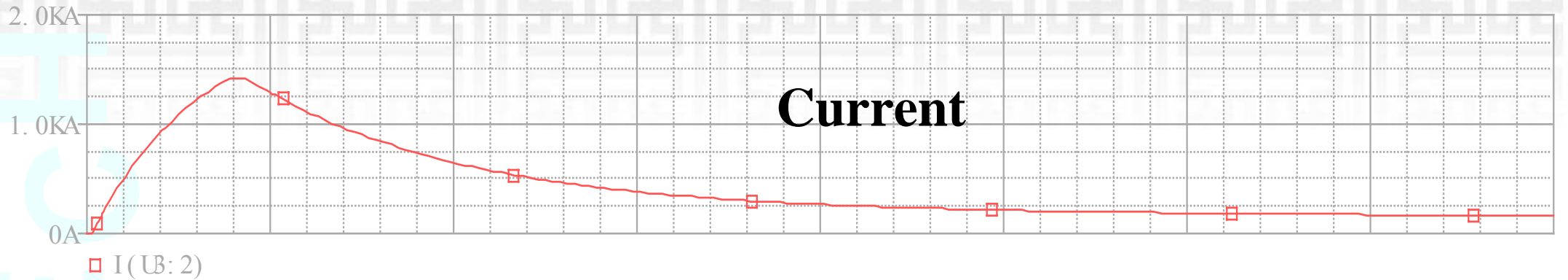
→ Time delay of the DPS Controller Response is ~35μs. ; need improvement

Crowbar System Simulation Circuit



Switch Number	Type	Switching Time(μs)
1	Close	0
2	Close	3
3	Close	3

Simulation Result



Time

Conclusion

1. 30kV이상의 GPS 운전시 DPS Controller Response time ($35\mu\text{s}$); 6J 이상의 에너지가 Test wire에 전달되므로 Response time 을 $5\mu\text{s}$ 이하로 줄여야 한다
2. Simulation 결과 External Inductance를 $120\mu\text{H}$ 로 설정하면 펄스 전류상승 시간 $4\mu\text{s}$ 으로 증가하여 Wire 에 전달되는 에너지가 6 Joule 이하로 제한됨을 알 수 있다