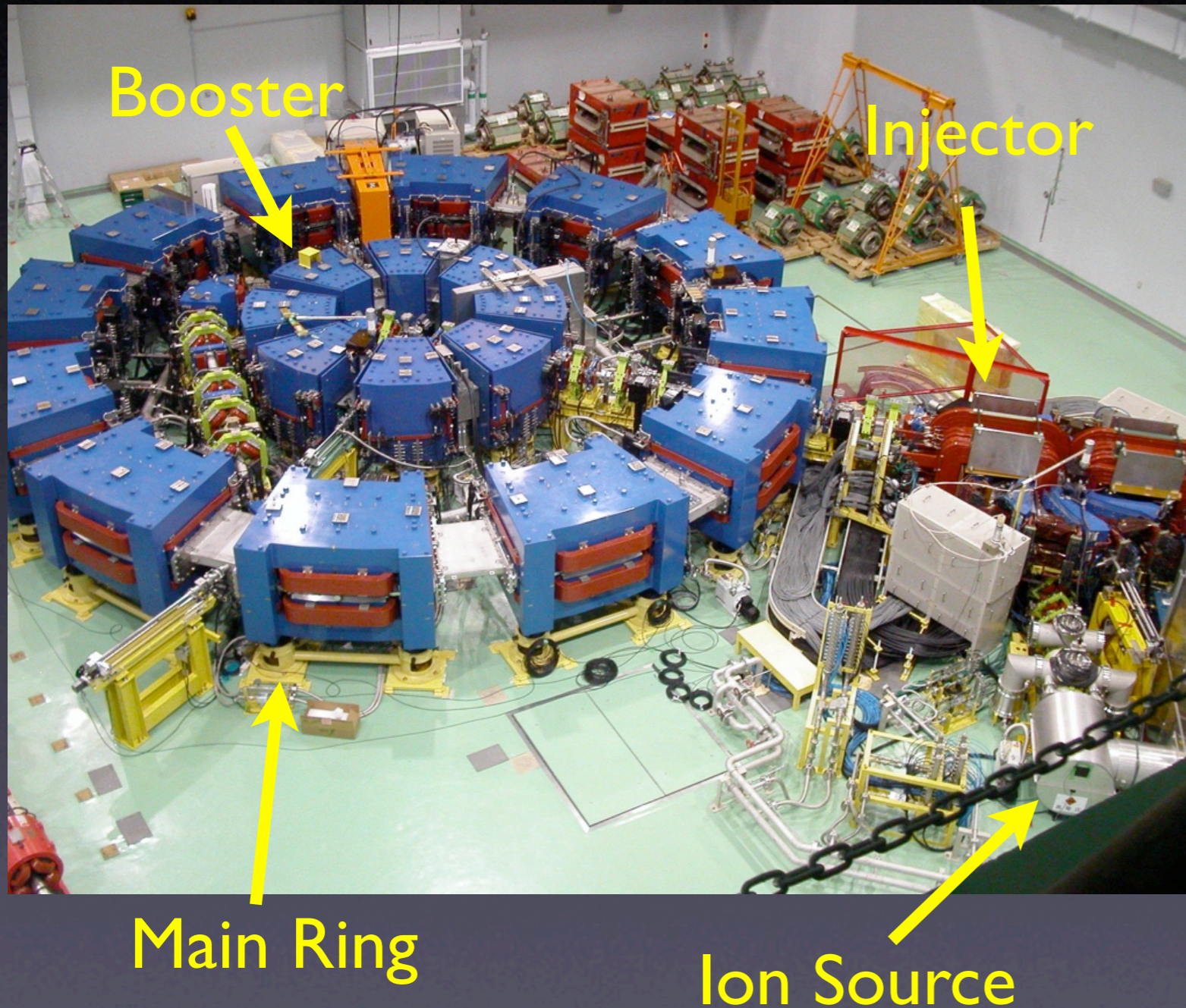


Control system for the FFAG complex in KURRI

M.Tanigaki

Research Reactor Institute, Kyoto University

FFAG at KURRI



- Proton Driver for ADS Study
- $E_p = 20 \sim 150$ MeV
- Test Operation at Main Ring (as of Oct. 2006)

Factors to be considered

- Computing skills of technicians
- Budget
- Reliability
- Simplicity
- Compatibility

Control System for FFAG Complex

IP Network

High Flexibility

LabView

Easy Development
Multi-Platform

PLC

Low Cost, High Reliability
Driver-Free

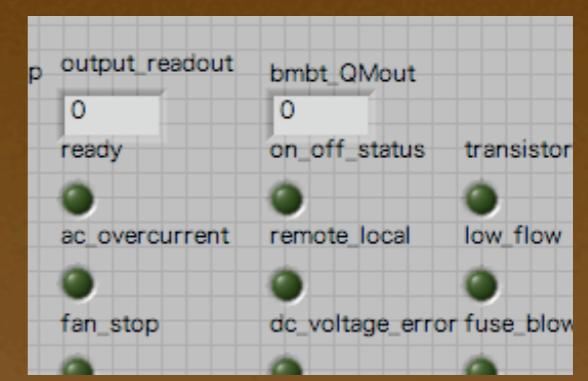
Framework

PLC



Communication

Global Variables



Communication

refer/update

refer/update



MMI

LabView

る箇所(要検討)、青字は要確認

コメント	信号名	アドレス	ビット	入
検出電流値	output_readout	100	1	入
準備完了	ready	101	0	入
交流過電流	ac_overcurrent	101	1	入
ファン停止	fan_stop	101	2	入
扉開	door_open	101	3	入
初期化中	running_initz	101	4	入
初期化完了	finished_initz	101	5	入
異常一括信号(1つでもオン)	error_summary	101	6	入
電源ON/OFFステータス	on_off_status	102	0	入
予備		102	1	入
remote/local	remote_local	102	2	入
直流電圧異常	dc_voltage_error	102	3	入
ブリッジ異常	bridge_error	102	4	入
過電流	over_current	102	5	入
過電圧	over_voltage	102	6	入
過熱	over_heat	102	7	入
トランジスタ異常	transistor_error	102	8	入
断水(冷却水低下)	low_flow	102	9	入
エラー	Free Run	102	10	入

Database

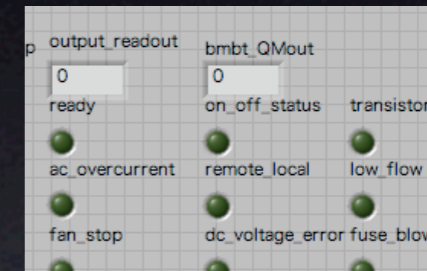
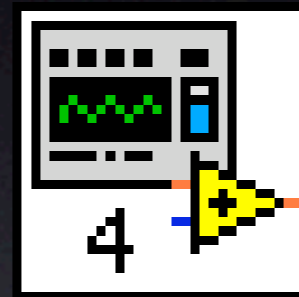


Devices

Communication VI

communicate

transfer



refer



項目名	ビット	アドレス	タイプ	最小値	最大値	初期値	単位	備考
出力読出し	101	0	出力	0	1	0	なし	A:00~1004を参照
準備完了	101	1	出力	0	1	0	なし	
交流過電流	101	2	出力	0	1	0	なし	
ファン停止	101	3	出力	0	1	0	なし	
停止	101	4	出力	0	1	0	なし	
起動中	101	5	出力	0	1	0	なし	
停止中	101	6	出力	0	1	0	なし	
電源ON/OFFシステム	102	0	出力	0	1	0	なし	使用せず
電源ON/OFFシステム	102	1	出力	0	1	0	なし	使用せず
リモートリセット	102	2	出力	0	1	0	なし	
リモートリセット	102	3	出力	0	1	0	なし	
直流過電流	102	4	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	5	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	6	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	7	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	8	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	9	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	10	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	11	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	12	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	13	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	14	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	15	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	16	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	17	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	18	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	19	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	20	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	21	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	22	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	23	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	24	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	25	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	26	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	27	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	28	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	29	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	30	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	31	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	32	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	33	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	34	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	35	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	36	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	37	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	38	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	39	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	40	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	41	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	42	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	43	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	44	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	45	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	46	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	47	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	48	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	49	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	50	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	51	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	52	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	53	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	54	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	55	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	56	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	57	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	58	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	59	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	60	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	61	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	62	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	63	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	64	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	65	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	66	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	67	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	68	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	69	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	70	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	71	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	72	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	73	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	74	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	75	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	76	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	77	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	78	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	79	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	80	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	81	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	82	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	83	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	84	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	85	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	86	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	87	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	88	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	89	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	90	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	91	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	92	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	93	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	94	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	95	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	96	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	97	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	98	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	99	出力	0	1	0	なし	
過電圧	102	100	出力	0	1	0	なし	

Covering up communications with PLC

Roles of PLC and LabView

- LabView
 - Human Interfaces
 - Highly Integrated Sequence
 - Interfaces to Other Implementations
- PLC
 - Low Level Sequence
 - Device Status to/from D-register
 - Database with Strong Backup Feature

PLC

FA-M3R(Yokogawa)

- IP Network Base including Maintenance
- Various I/O Modules
- Low Cost
(Less than 1/10 of VME Modules)
- Optical Bus Extension
- Memory Backup
(~10 Years with Power Off)



I/F for Devices

6. PLCとのピンアサイン

B5

(1) 直流電源

1) 制御系：PLC→電源

コネクタ番号	信号名	コネクタ番号	信号名
A1	00 bit (LSB)	B1	0V
A2	01 bit	B2	0FF
A3	02 bit	B3	設定電流ストローブ
A4	03 bit	B4	予備
A5	04 bit	B5	予備
A6	05 bit	B6	故障リセット
A7	06 bit	B7	N.C.
A8	07 bit	B8	N.C.
A9	-COM (0V)	B9	-COM (0V)
A10	+COM (24V)	B10	+COM (24V)
A11	08 bit	B11	N.C.
A12	09 bit	B12	N.C.
A13	10 bit	B13	N.C.
A14	11 bit	B14	N.C.
A15	12 bit	B15	N.C.
A16	13 bit	B16	N.C.
A17	14 bit (HSB)	B17	N.C.
A18	予備	B18	N.C.
A19	-COM (0V)	B19	-COM (0V)
A20	+COM (24V)	B20	+COM (24V)

00 bit ~ 14 bit : 電流設定信号

2) ステータス系：電源→PLC

コネクタ番号	信号名	コネクタ番号	信号名
A1	00 bit (LSB)	B1	ON/OFF
A2	01 bit	B2	予備
A3	02 bit	B3	過電流/現場
A4	03 bit	B4	直流電圧異常
A5	04 bit	B5	ブリッジ異常
A6	05 bit	B6	過電流
A7	06 bit	B7	過電圧
A8	07 bit	B8	過熱
A9	-COM (0V)	B9	-COM (0V)
A10	08 bit	B10	トランジスタ異常
A11	09 bit	B11	断水
A12	10 bit (HSB)	B12	ヒューズ断
A13	検出電流ストローブ	B13	電磁石異常(熱、断水のOR出力)
A14	準備完了	B14	オープン異常
A15	交流過電流	B15	予備
A16	ファン	B16	外観異常1
A17	扉開	B17	外観異常2
A18	-COM (0V)	B18	-COM (0V)
A19	N.C.	B19	N.C.
A20	N.C.	B20	N.C.

00 bit ~ 10 bit : 電流モニタ信号

- Pin level compatibility for similar devices
- Digital I/O unless extra requirements

Pin Level Compatibility

表 4 電磁石電源インターロッキング一覧表

系統	電源名	送電流	送電圧	送熱	断水	交流送電流	トランススタ 異常	送電電圧 異常	異常電圧 監視	ブリップ 異常	ヒューズ部	ファン	扉開	電磁石 異常	外部 異常1	外部 異常2	オープン 異常	検出 電流	検出 電圧	ON/ OFF	準備 完了	遠隔/ 復帰	台数	電源の種類	
LEBT	ソレノイド電磁石電源	○		○		○					○	○		○				11bit	-	○	○	○	2台	直流	
	四極電磁石電源	○		○		○					○	○						11bit	-	○	○	○	4台		
	π偏向電磁石電源	○		○		○					○	○					○	11bit	-	○	○	○	2台		
	ステアリング電磁石電源	○		○				○		○		○						11bit	-	○	○	○	4台		
イオンβ	主電磁石主コイル電源	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○			○	11bit	-	○	○	○	1台	直流	
	主電磁石トリムコイル電源 電流源部	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○			○	11bit	-	○	○	○	1台		
	同上 電流分配部*1			○	○													16bit	-	-	○	○	1式		
	主電磁石補助コイル電源	○		○		○					○	○						11bit	-	○	○	○	10台		
	インフレクター電源	○	○			○						○	○		○	○	○		-	11bit	○	○	○	1台	高圧
	デフレクター電源	○	○			○						○	○		○	○	○		-	11bit	○	○	○	1台	高圧
	コア電源*1																						1台	パルス	
IBBT	四極電磁石電源	○		○		○					○	○						11bit	-	○	○	○	12台	直流	
	ステアリング電磁石電源	○		○				○		○		○						11bit	-	○	○	○	8台		
ブースター	入射バンパ電磁石電源	○	○	○		○			○		○	○		○	○			-	11bit	○	○	○	1台	パルス	
	インフレクター電源	○	○	○		○					○	○		○	○	○		-	11bit	○	○	○	1台	高圧	
	入射セプタム電磁石電源	○	○	○	○	○	○		○		○	○	○	○				-	11bit	○	○	○	1台	パルス	
	主電磁石Fコイル電源	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○			○	11bit	-	○	○	○	1台	直流	
	主電磁石Dコイル電源	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○			○	11bit	-	○	○	○	1台	直流	
	取出しセプタム電磁石電源	○	○	○		○			○		○	○			○	○			-	11bit				1台	パルス
	取出しキッカー電磁石電源	○	○	○		○			○		○	○			○	○			-	11bit				1台	パルス
BMBT	偏向電磁石電源	○		○		○					○	○						11bit	-	○	○	○	1台	直流	
	四極電磁石電源	○		○		○					○	○						11bit	-	○	○	○	12台		
	ステアリング電磁石電源	○		○				○		○		○						11bit	-	○	○	○	3台		
主リング	入射セプタム電磁石電源	○	○	○		○					○	○	○	○	○	○	○		11bit	-	○	○	○	1台	直流
	インフレクター電源	○	○	○		○					○	○		○	○	○		-	11bit	○	○	○	4台	高圧	
	入射キッカー電磁石電源	○	○	○		○			○		○	○		○	○			-	11bit	○	○	○	1台	パルス	
	主電磁石Fコイル電源	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○			○	11bit	-	○	○	○	3台	直流	
主電磁石Dコイル電源	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○			○	11bit	-	○	○	○	1台			

78台

All possible signals are listed up and included.

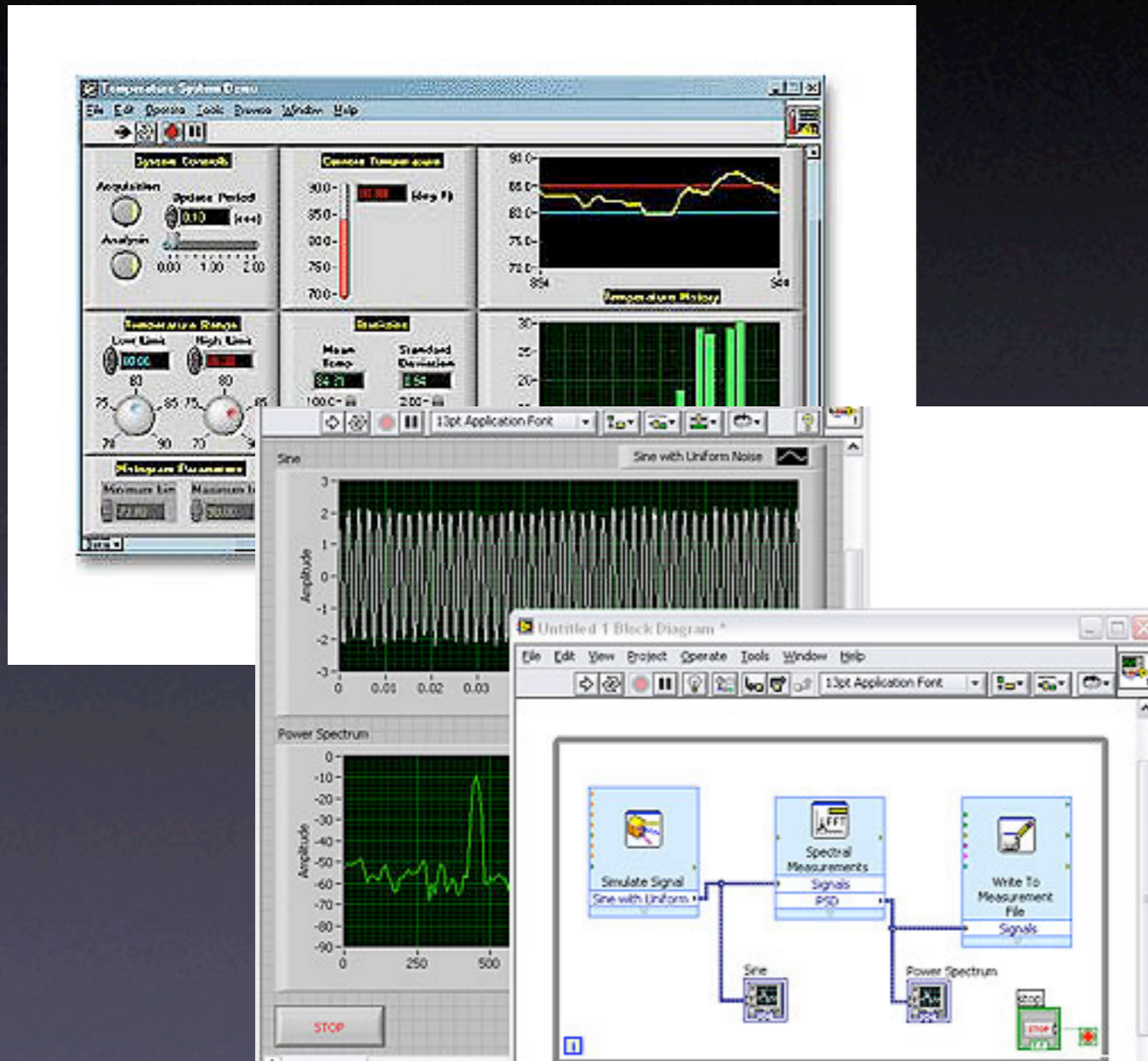
Allocation Table

communication with V#1DC8D1.xls

機器名	I/Oコメント	信号名	Dレジスタ	ビット	入/出	タイプ	最小値	最大値	最小物理量	最大物理量	単位	備考
1	系統名	BMBT系										
2	IP address	10.225.0.36										
3	読み出し開始アドレス			100								
4	読み出しワード長			99								
5	書き込み開始アドレス			300								
6	書き込みワード長			99								
8	<ul style="list-style-type: none"> ・ 入力/出力の定義・・・「電源盤→PLC→LabView」の流れを「入力」、「LabView→PLC→電源盤」の流れを「出力」と定義。 ・ 検出電流信号の最大物理量は、設定電流信号の最大物理量の110%である(フルビットで定格電流の110%)。記載値は110%の値。 ・ 最小値、最大値は16進数表記 ・ 赤字はviとラダーで齟齬がある箇所(要検討)、青字は要確認 											
14	四極電磁石電源1	検出電流信号	output_readout	100	1	入力	数値	0	7FF	0	583	A 00~10bitを使用
15		準備完了	ready	101	0	入力	論理値					
16		交流過電流	ac_overcurrent	101	1	入力	論理値					
17		ファン停止	fan_stop	101	2	入力	論理値					
18		扉開	door_open	101	3	入力	論理値					
19		初期化中	running_initz	101	4	入力	論理値					
20		初期化完了	finished_initz	101	5	入力	論理値					
21		異常一括信号(1つでもオン)	error_summary	101	6	入力	論理値					
22		電源ON/OFFステータス	on_off_status	102	0	入力	論理値					
23		予備		102	1	入力	論理値					使用せず
24		remote/local	remote_local	102	2	入力	論理値					
25		直流電圧異常	dc_voltage_error	102	3	入力	論理値					
26		ブリッジ異常	bridge_error	102	4	入力	論理値					
27		過電流	over_current	102	5	入力	論理値					
28		過電圧	over_voltage	102	6	入力	論理値					
29		過熱	over_heat	102	7	入力	論理値					
30		トランジスタ異常	transistor_error	102	8	入力	論理値					
31		断水(冷却水低下)	low_flow	102	9	入力	論理値					
32		ヒューズ断	fuse_blow	102	10	入力	論理値					
33		電磁石異常(熱、断水のOR出力)	magnet_error	102	11	入力	論理値					
34		オープン異常	oven_error	102	12	入力	論理値					
35		予備		102	13	入力	論理値					使用せず
36		外部異常1	external_error1	102	14	入力	論理値					
37		外部異常2	external_error2	102	15	入力	論理値					
38		設定電流信号	set_output	300		出力	数値	0	7FFF	0	530	A 00~14bitを使用
39		電源ON	power_on	301	0	出力	論理値					
40		電源OFF	power_off	301	1	出力	論理値					
41		VIからの電流(圧)設定値ロック	lock_output	301	2	出力	論理値					
42		初期化	initialize	301	3	出力	論理値					
43		初期化停止	stop_initialize	301	4	出力	論理値					
44		VIからの故障リセット信号	reset	301	5	出力	論理値					
45		VIからの非常停止	emergency_stop	301	6	出力	論理値					

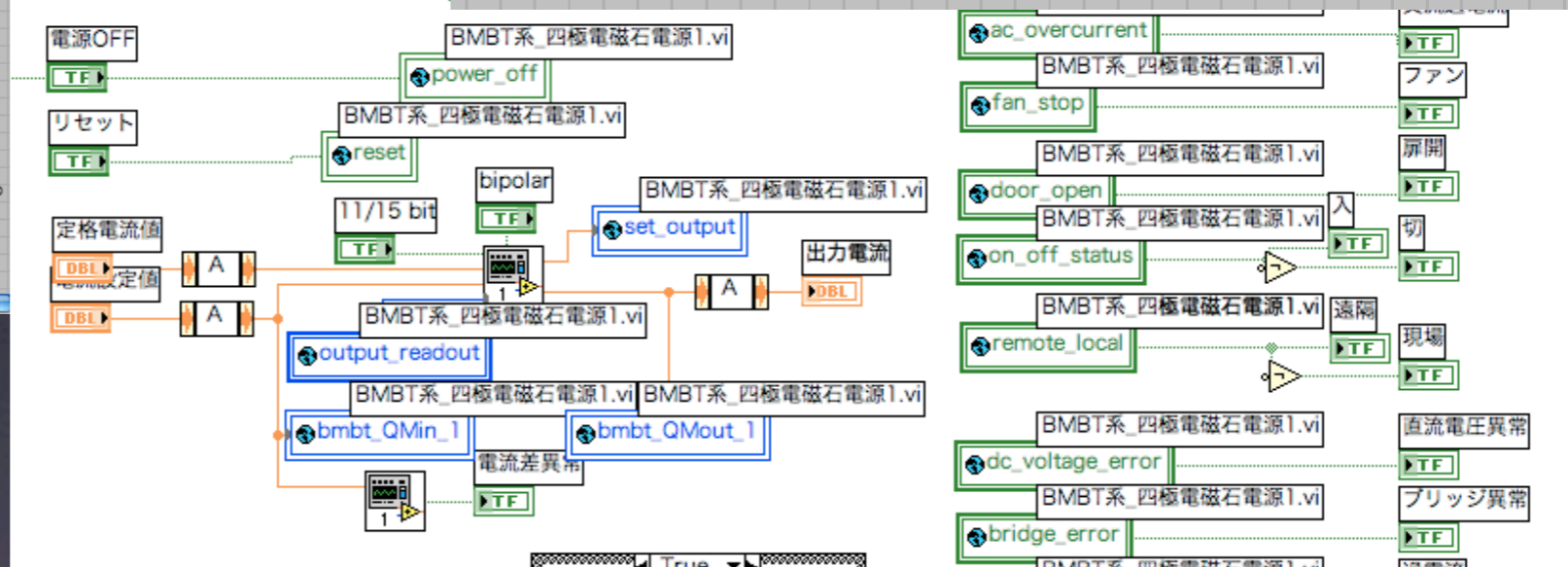
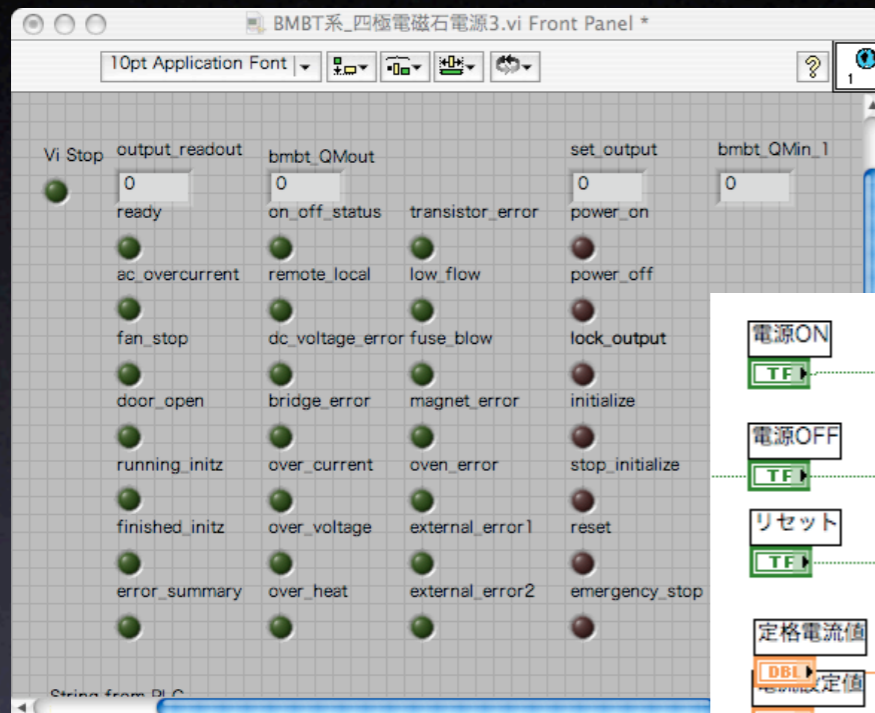
Prepared as Excel File by Field Technicians

LabView



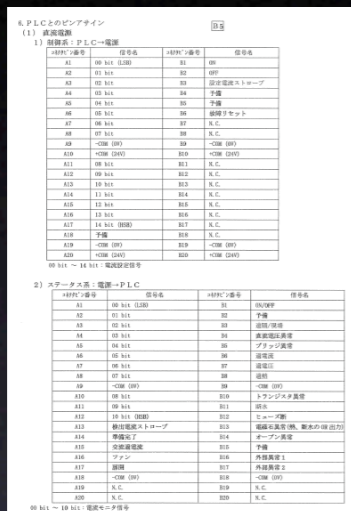
- GUI Programming
- Multi platform (Windows, MacOS, Unix...)
- Upward Compatibility

Man-Machine Interface

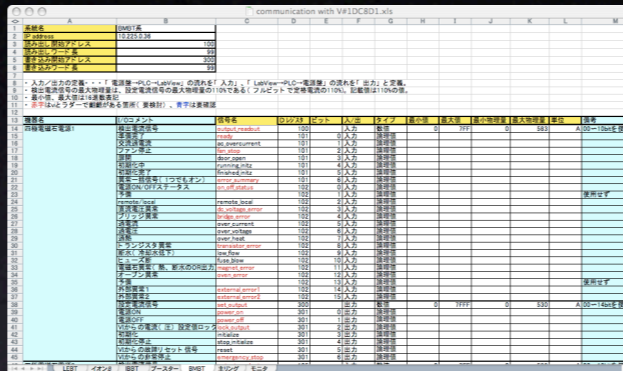


MMI can be easily produced by referring global variables

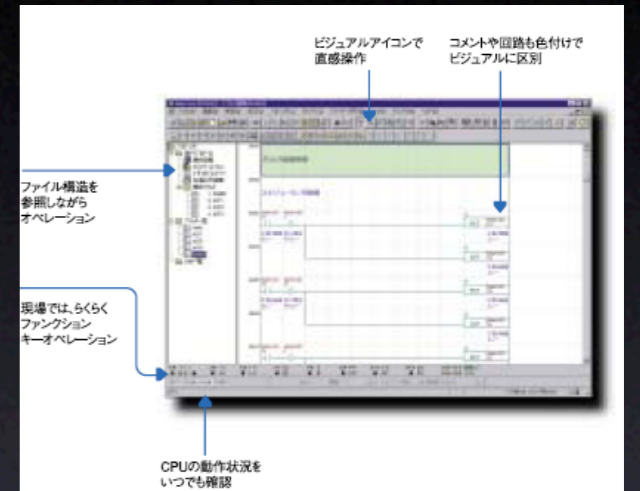
How to Introduce a New Equipment



PLCピン番号	機器名	PLCピン番号	機器名
82	08 114 IL200	82	08
83	02 114	83	02
84	03 114	84	03
85	04 114	85	04
86	05 114	86	05
87	06 114	87	06
88	07 114	88	07
89	<COM (00)>	89	<COM (00)>
810	<COM (010)>	810	<COM (010)>
811	08 114	811	08
812	09 114	812	09
813	10 114	813	10
814	11 114	814	11
815	12 114	815	12
816	13 114	816	13
817	14 114 (0000)	817	14
818	15	818	15
819	<COM (00)>	819	<COM (00)>
820	<COM (010)>	820	<COM (010)>



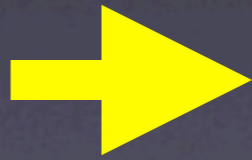
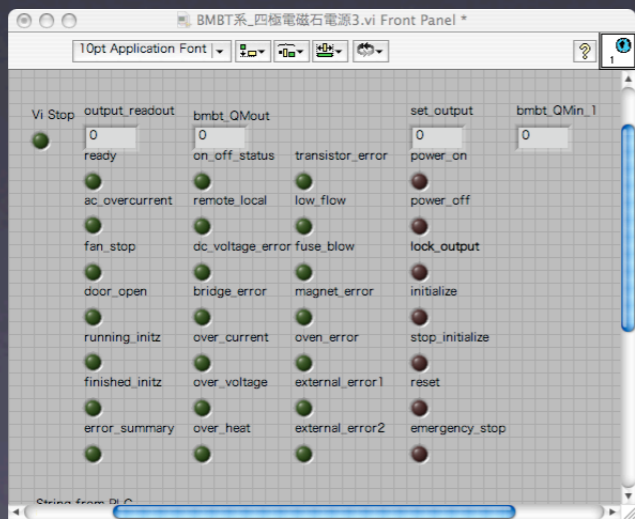
機器名	PLCピン	機器名	PLCピン	機器名	PLCピン	機器名	PLCピン	機器名	PLCピン
08 114	82	08	82	08	82	08	82	08	82
02 114	83	02	83	02	83	02	83	02	83
03 114	84	03	84	03	84	03	84	03	84
04 114	85	04	85	04	85	04	85	04	85
05 114	86	05	86	05	86	05	86	05	86
06 114	87	06	87	06	87	06	87	06	87
07 114	88	07	88	07	88	07	88	07	88
<COM (00)>	89	<COM (00)>	89	<COM (00)>	89	<COM (00)>	89	<COM (00)>	89
<COM (010)>	810	<COM (010)>	810	<COM (010)>	810	<COM (010)>	810	<COM (010)>	810
08 114	811	08	811	08	811	08	811	08	811
09 114	812	09	812	09	812	09	812	09	812
10 114	813	10	813	10	813	10	813	10	813
11 114	814	11	814	11	814	11	814	11	814
12 114	815	12	815	12	815	12	815	12	815
13 114	816	13	816	13	816	13	816	13	816
14 114 (0000)	817	14	817	14	817	14	817	14	817
15	818	15	818	15	818	15	818	15	818
<COM (00)>	819	<COM (00)>	819	<COM (00)>	819	<COM (00)>	819	<COM (00)>	819
<COM (010)>	820	<COM (010)>	820	<COM (010)>	820	<COM (010)>	820	<COM (010)>	820



Pin Assignment for PLC

Update Allocation Table

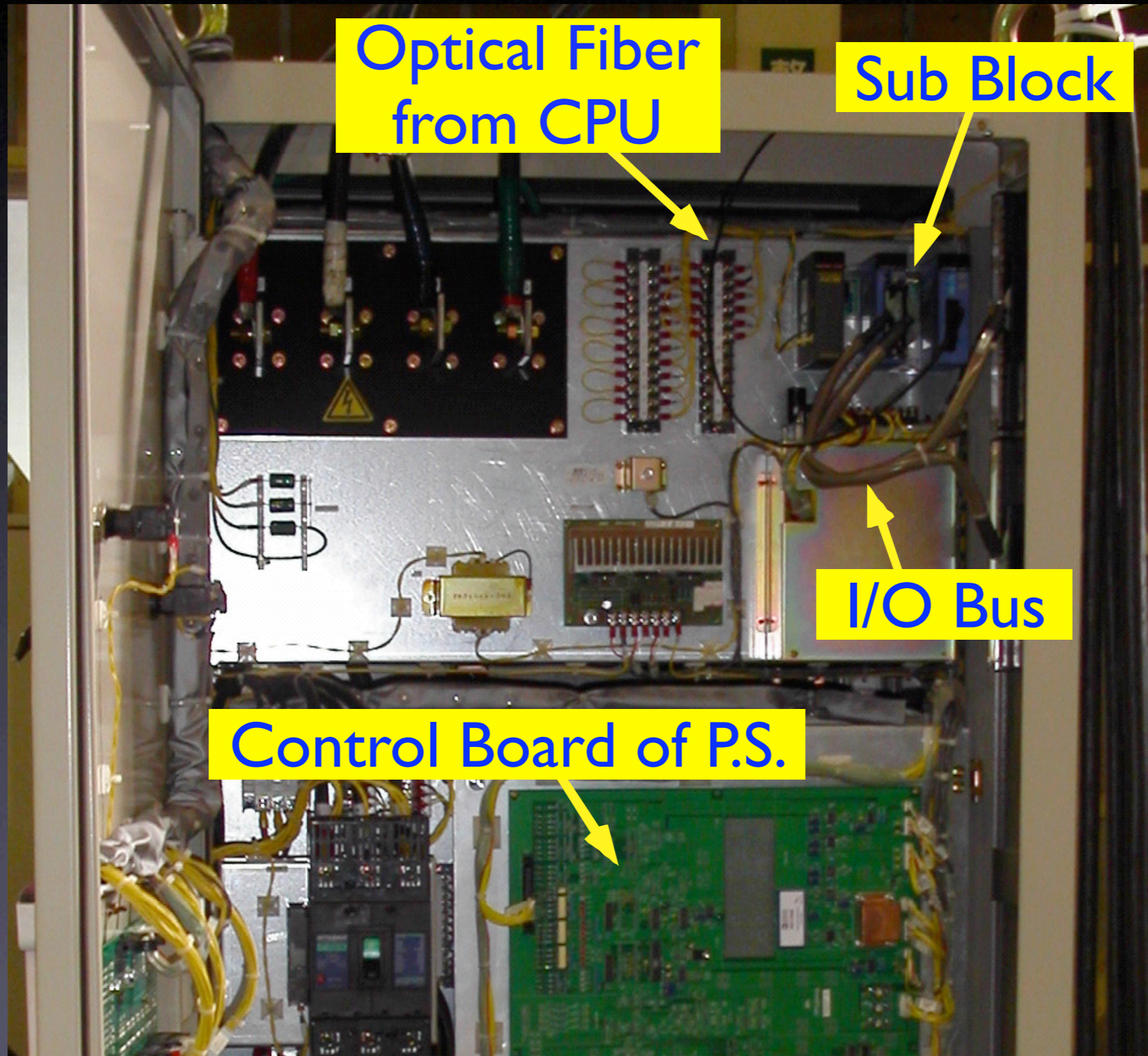
Program Ladder Sequence



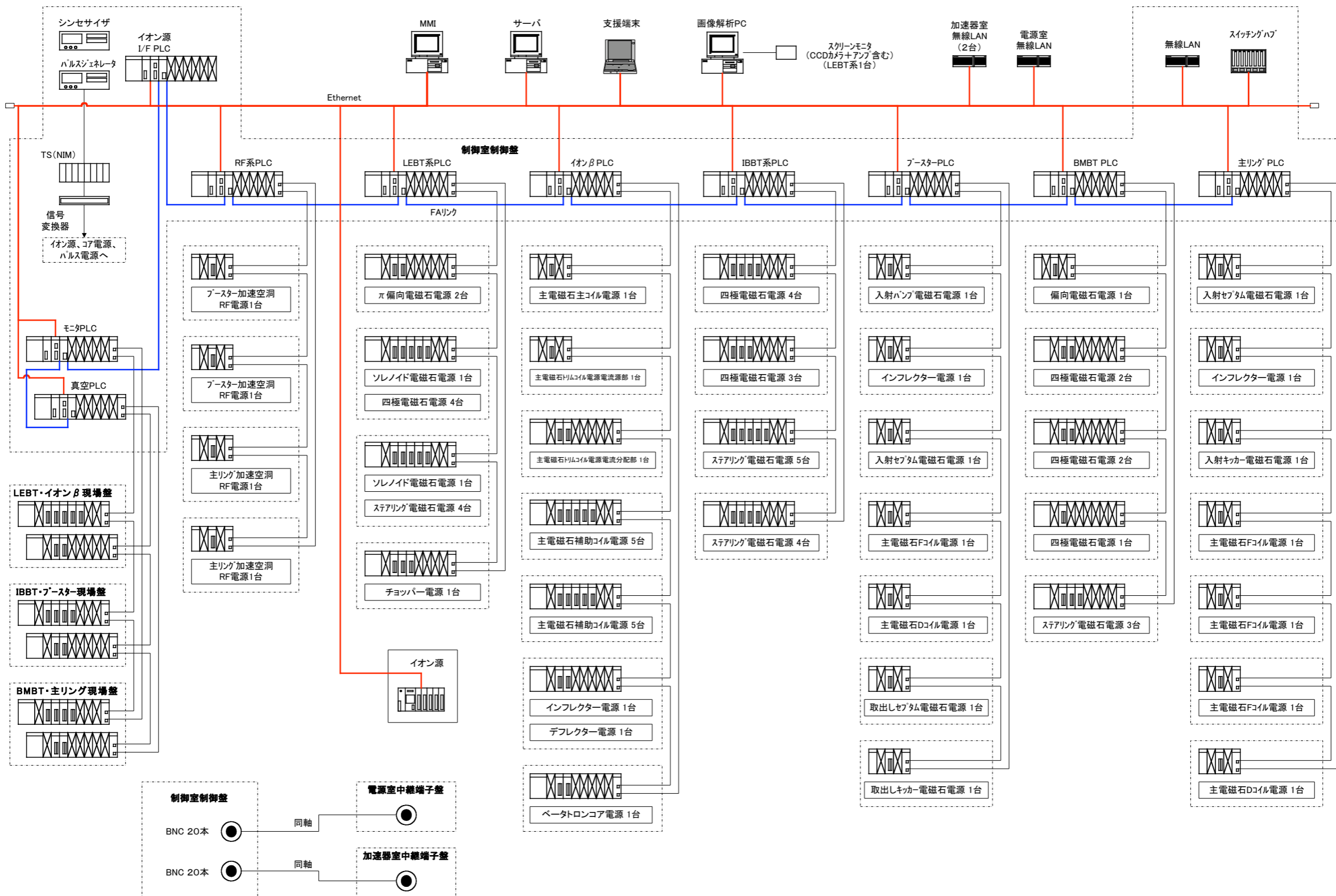
Define Global Variables

Make MMI

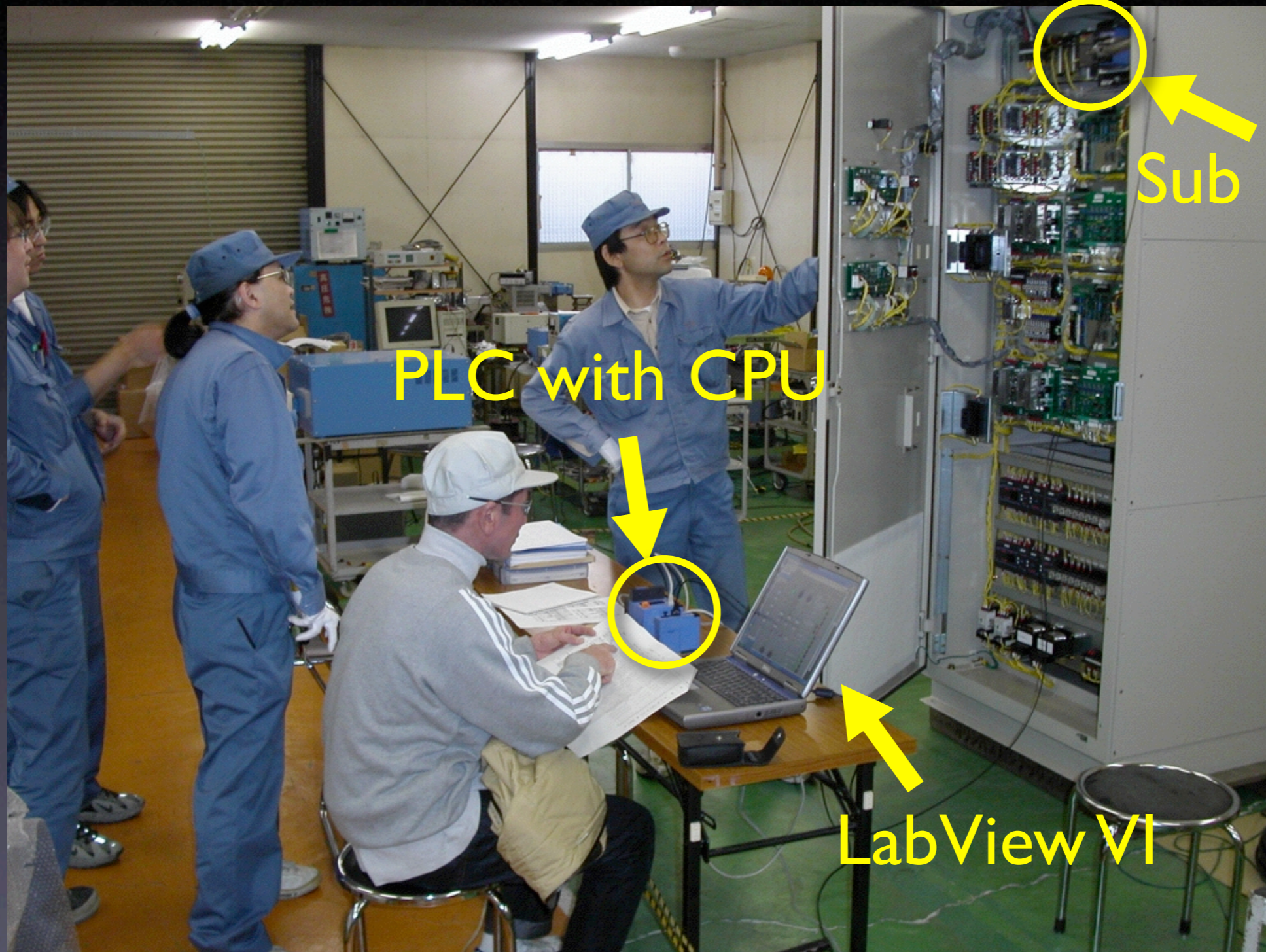
Implementation



FFAG制御系構成図



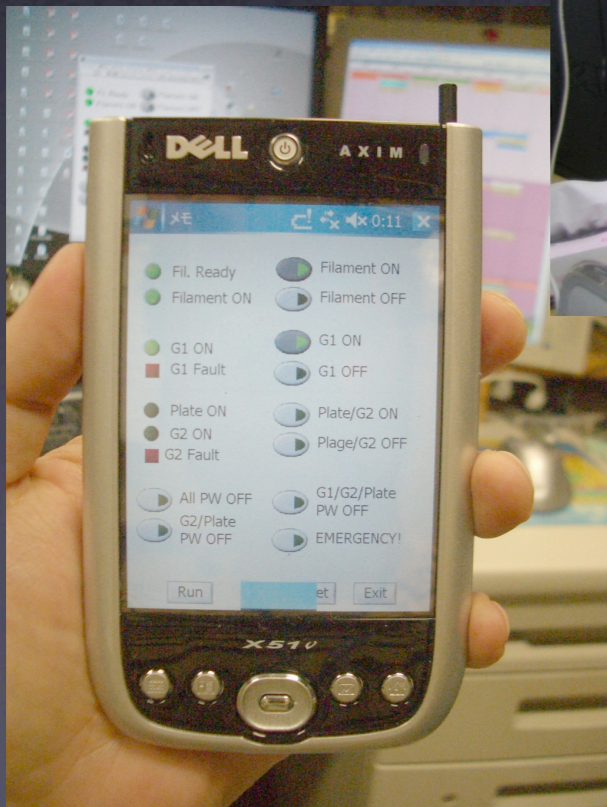
Test Operation in Factory



PLC with CPU

Sub Block

LabView VI



Future

- Logging system based on MyDAQ
- Porting to PDA with wi-fi for field works
- Application to irradiation station in research reactor