Status of CEPC Control system

Presented by Gang Li

On behalf of Control Group, IHEP

Jane. 13th-19th, 2022

Mini-workshop on Accelerator Physics on CEPC, Hong Kong

Outline

- Performance and Scope of the CEPC control system
- Requirement information of controlled devices
- The challenge and characteristic of CEPC
- Potential international collaborations
- Summary

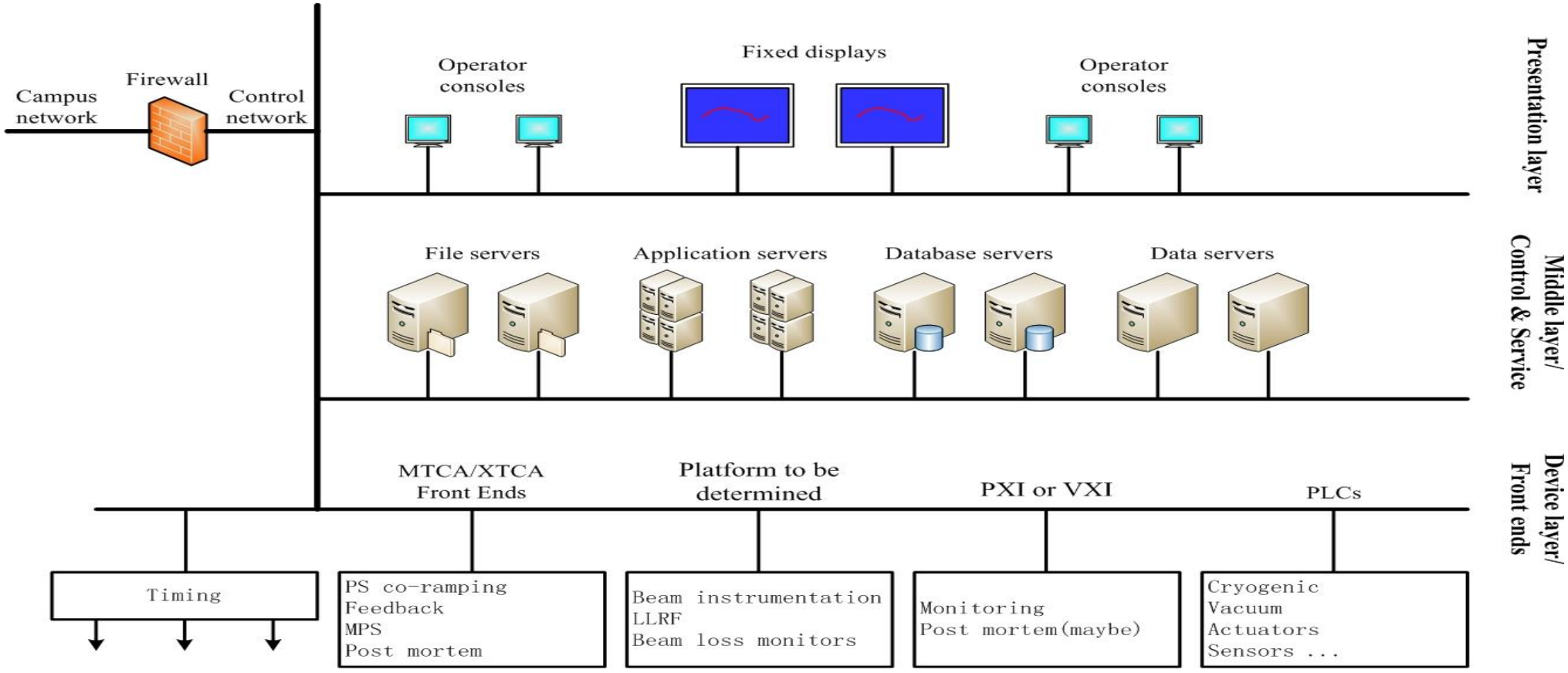
Performance of the Control System

- 5bility+RT
  - Stability
  - Availability
  - Flexibility
  - Scalability
  - Reliability
  - Real Time

Scope of the Control System

- Global control
  - Control Platform
  - Center Control System: computers, servers, database, etc
  - Network System
  - Timing System
  - Post Mortem System
  - Machine Protection System
  - Video system
- Local control
  - Power Supply Control System
  - Vacuum Control System
  - Temperature Monitoring System
  - Linac Control System
- Integration of subsystems
  - LLRF, Cryogenic system, Injection/Extraction system etc.
- Interface to other system
  - Detector(Experimental physics), beamline and conventional facility

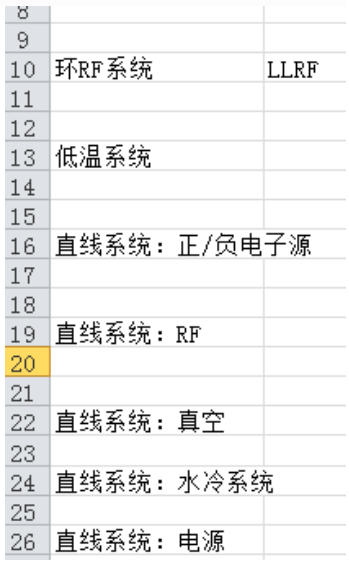
Control System and sub-system



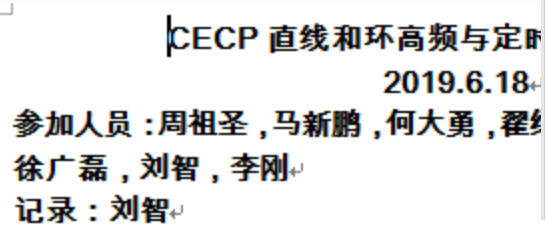
Overall hardware architecture of the control system

Requirement information of controlled devices

CEPC-TDR控制需求信息调查表2018.xlsx
CEPC-TDR控制需求信息调查表2018vacuum-真空.xlsx
CEPC-TDR控制需求信息调查表2018-低温 (2).xlsx
CEPC-TDR控制需求信息调查表2018-低温.xlsx
CEPC-TDR控制需求信息调查表2018-准直-王小龙.xlsx
CEPC电源与控制接口信息-20190220-电源-陈斌.xlsx
CEPC电源与控制接口信息-20190618-电源-陈斌.xlsx
储存环对定时需求汇总表20190102-束测.docx
直线加速器 高低能输运线定时需求-束测.docx

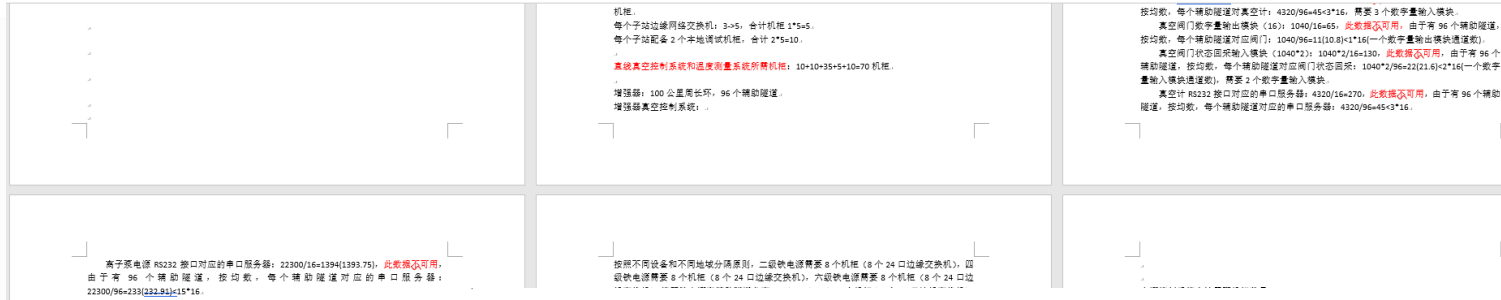


9		
10	环RF系统	LLRF
11		
12		
13	低温系统	
14		
15		
16	直线系统：正/负电子源	
17		
18		
19	直线系统：RF	
20		
21		
22	直线系统：真空	
23		
24	直线系统：水冷系统	
25		
26	直线系统：电源	



CECP 直线和环高频与定时
2019.6.18
参加人员：周祖圣，马新鹏，何大勇，翟纟
徐广磊，刘智，李刚
记录：刘智

CEPC 直线提出需要定时触发信号数量统计如下：
直线：电子枪 2 路，调制器 78 路，正电子脉冲电源 1 路。
阻尼环 Damping Ring：调制器 2 路，常温腔 2 路。
CEPC 环高频提出需要定时触发信号数量如下：
增强器：96 路（ttbar+256 升级）
主环：120 路（ttbar+8 升级）
直线和环高频对定时信号的指标要求参考 HEPS。
增强器和主环的谐波数：需要确认。
环高频提供设备的物理布局图。



离子泵电源 RS232 接口对应的串口服务器：22300/16=1394(1393.75)，此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道，按均数，每个辅助隧道对应的串口服务器：22300/96=233(232.94)<15*16。
串口服务器对应需要的网络交换机(48 口的边缘交换机)：270+1394+1664/48=35(34.67)，此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道，按均数，每个辅助隧道对应的边缘交换机：3+15+18<1*48。
标准机柜计算，
对撞环每个辅助隧道 PLC 需要 1 个标准机柜：真空计输入模块 3+真空阀门状态回采输入模块 2+真空阀门输出模块 1+通讯模块或 CPU 模块，就近几个子站组成一个系统。
每个辅助隧道串口服务器需要 3 个标准机柜：1 真空计串口服务器 3<1*4，4 离子泵电源串口服务器 15<4*4，合计 1+4=5 标准机柜。
每个辅助隧道需要边缘交换机 1 个标准机柜。
温度测量系统（暂以 PLC 为核心控制器），每个辅助隧道负责 68000/96=709(708.34)个测量点，按 100 点一个 PLC 子站，需要 7 个 PLC 子站即 PLC 机柜 7 个（2 个标准机柜），合计机柜 7*2=14 标准机柜。
对撞环真空控制系统和温度测量系统所需机柜：(1+5+1+14) *96=2016。
真空控制和温度测量合计需要机柜：70+1248+2016=3334。
直线 70。
增强器 1248。
对撞环 2016。
电源控制系统（以太网控制接口），采用 24 口的边缘交换机。
直线电源：325。
强流环电源：105。
输运线电源：238。
需要 24 口边缘交换机 28 个：325+105+238=668<28*24。
4 个交换机一个控制机柜，需要 7 个标准机柜：28<=7*4。
每一个控制器控制 10 个电源，2 个控制器需要一个机柜：668/10/2=35(33.4)。
直线（以上三部分）电源控制系统 42 个标准机柜=7*35。

机柜。
每个子站边缘网络交换机：3->5，合计机柜 1*5=5。
每个子站配备 2 个本地调试机柜，合计 2*5=10。
直线真空控制系统和温度测量系统所需机柜：10+10+35+5+10=70 机柜。
增强器：100 公里周长环，96 个辅助隧道。
增强器真空控制系统：。
按均数，每个辅助隧道对真空计：4320/96=45<3*16，需要 3 个数字量输入模块。
真空阀门数字量输出模块（16）：1040/16=65，此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道，按均数，每个辅助隧道对应阀门：1040/96=11(10.8)<1*16(一个数字量输出模块通道数)。
真空阀门状态回采输入模块（1040*2）：1040*2/16=130，此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道，按均数，每个辅助隧道对应阀门状态回采：1040*2/96=22(21.6)<2*16(一个数字量输入模块通道数)，需要 2 个数字量输入模块。
真空计 RS232 接口对应的串口服务器：4320/16=270，此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道，按均数，每个辅助隧道对应的串口服务器：4320/96=45<3*16。
按照不同设备和不同地域分隔原则，二级铁电源需要 8 个机柜（8 个 24 口边缘交换机），四级铁电源需要 8 个机柜（8 个 24 口边缘交换机），六级铁电源需要 8 个机柜（8 个 24 口边

PLC 为核心控制器，串口服务器和边缘交换机

真空计数字量输入（16 通道）：2160/16=135，此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道按均数，每个辅助隧道对真空计：2160/96=23(22.5)<2*16，需要 2 个数字量输入模块。

真空阀门数字量输出模块（16）：520/16=33(32.5)，此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道，按均数，每个辅助隧道对应阀门：520/96=6(5.4)<1*16(一个数字量输出模块通道数)。

真空阀门状态回采输入模块（520*2）：520*2/16=65，此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道，按均数，每个辅助隧道对应阀门状态回采：520*2/96=11(10.8)<1*16(一个数字量输入模块通道数)。

真空计 RS232 接口对应的串口服务器：2160/16=135，此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道，按均数，每个辅助隧道对应的串口服务器：2160/96=23(22.5)<2*16。

离子泵电源 RS232 接口对应的串口服务器：8400/16=525，此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道，按均数，每个辅助隧道对应的串口服务器：8400/96=88(87.5)<6*16。

串口服务器对应需要的网络交换机（48 口的边缘交换机）：135+525=660/48=14(13.5)此数据不可用，由于有 96 个辅助隧道，按均数，每个辅助隧道对应的边缘交换机：2+6=8<1*4

标准机柜计算，

增强器每个辅助隧道 PLC 需要 1 个标准机柜：真空计输入模块 2+真空阀门状态回采输入模块 1+真空阀门输出模块 1+通讯模块或 CPU 模块，就近几个子站组成一个系统。

每个辅助隧道串口服务器需要 3 个标准机柜：1 真空计串口服务器 2<1*4，2 离子泵电源串口服务器 6<2*4，合计 1+2=3 标准机柜。

每个辅助隧道需要边缘交换机 1 个标准机柜。

温度测量系统（暂以 PLC 为核心控制器），每个辅助隧道负责 34000/96=355(354.17)个

Control Platform

- Software Platform: EPICS
  - Open source, free SCADA/DCS, toolkits

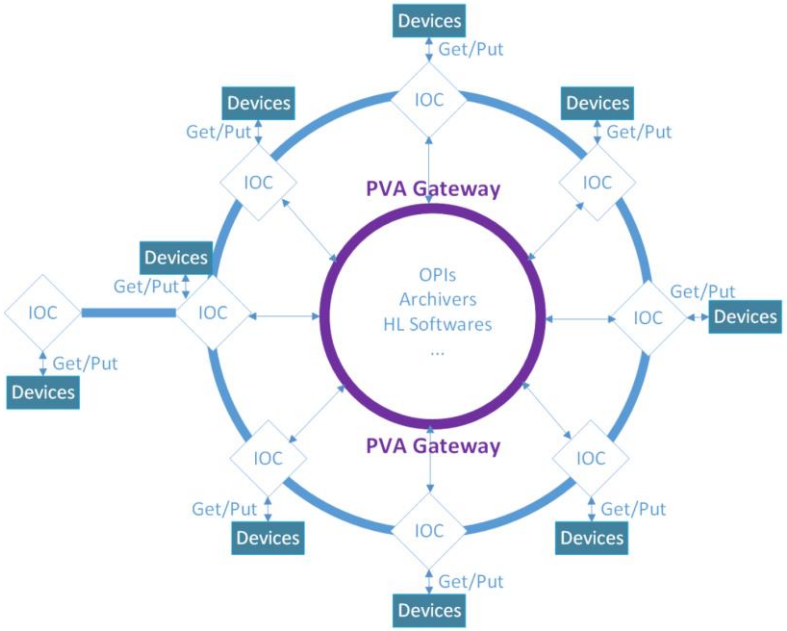
- Hardware Platform
  - Standardization, Modularity and Commercial products
  - Workstation and servers
  - ATCA/uTCA (High Availability)
  - PLC
  - Fieldbus： Serial device servers and so on
  - Motion controller/Driver
  - etc.

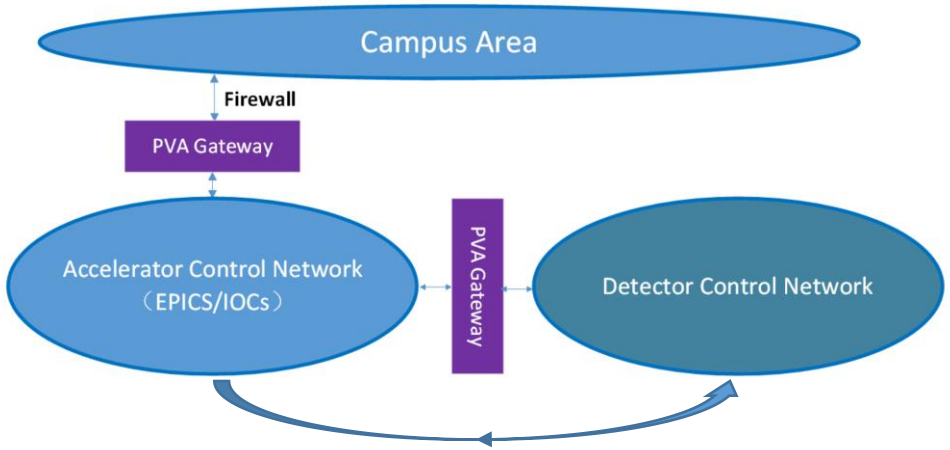
The challenge and characteristic of CEPC CS

- Super scale
  - Linac: 1.2/1.4km
  - Ring: 100km
- A large number of Controlled Equipments
  - Discrete distributed in the Linac and Ring
- Quantity of PVs
  - millions of PVs

The challenge and characteristic of CEPC CS

- General design of CEPC control system and subsystem
  - PV Gataway：
    - Reduce the resource load on IOCs
    - Access control restrictions to requests from the clients

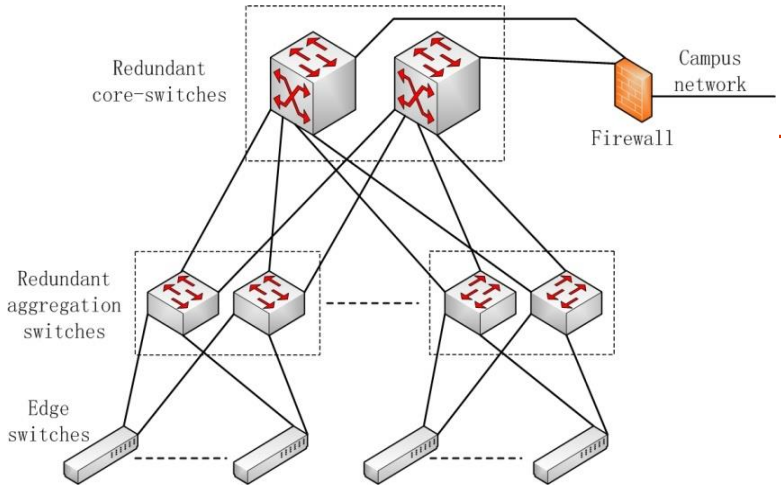


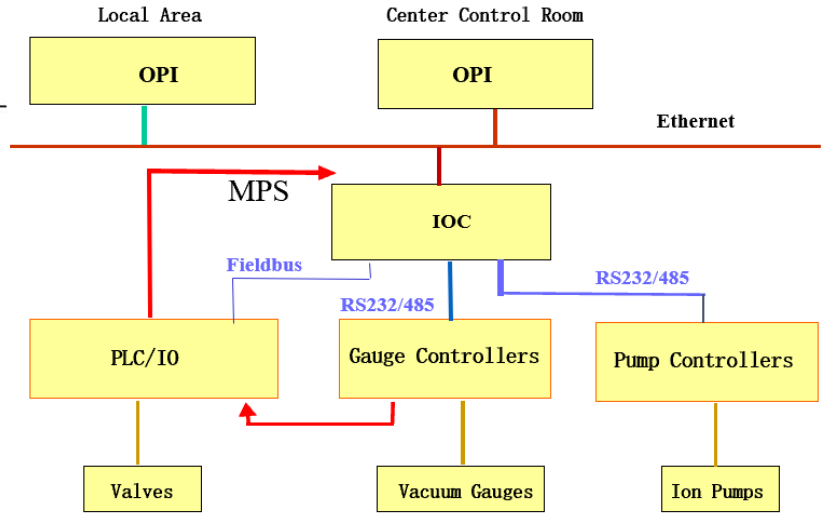


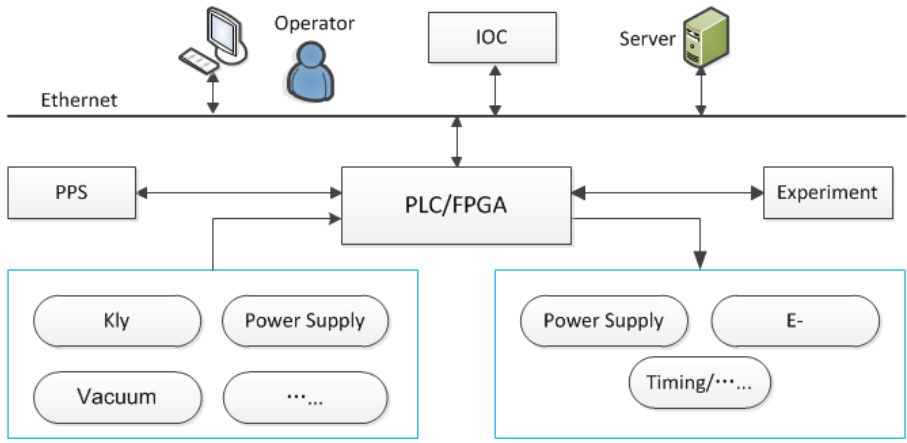
Timing/MPS/PPS

The challenge and characteristic of CEPC CS

- General design of CEPC control system and subsystem
  - Such as… …







The MPS Architecture of CEPC

  - Not going to introduce them in detail

The challenge and characteristic of CEPC CS

- Potential bottlenecks
  - Data rate/traffic in the network(low latency switch)
    - Cut-through
    - Store-and-Forward
  - Travel time/response time(between GUI and IOCs/controlled devices)
    - 200us(40Km, c*2/3)
  - Faulty recovery(Distance between stations: dozens of km)
    - High Availability (Redundant IOCs)->Reduce maintenance time
  - Database and Management of the control system
    - Database
    - Apps and Wechat
    - etc

Potential international collaborations

- Be member of EPICS Council
  - EPICS Council organization was founded in 2016
  - Prioritize major EPICS upgrade projects for Base and Extensions to guide resource allocation decisions at investing facilities
  - Develop a roadmap for future EPICS Core and Extensions development to facilitate planning for all EPICS sites. The roadmap will be developed using technical input from the chairs of relevant working groups (currently EPICS Core Working Group and CS-Studio Working Group)
  - Provide support to control system managers in promoting EPICS development efforts to their organization leadership
  - Select semi-annual EPICS Collaboration Meeting sites and dates
  - Ensure that EPICS continues to be an open collaboration and that contributions are open-source
- Join in work group(Core, CSS and Python)
  - GUI will be updated every 5~10 years
  - etc

Potential international collaborations

- EVG/EVR Timing System
  - Trigger
  - RF reference
  - Precise timestamping
- EVG/EVR：Broadcast
- Site：APS、SLS，BEPCII，CSNS，SSRF，etc
- Distance: a few Km
- Support
  - Commercial products (Micro-Research Finland)
  - EVG/EVR of SSRF
  - Homemade I/O and delay board

V.S

- White Rabbit Timing System
  - Precise timestamping
  - Trigger
  - RF reference
- Master/Slave: Bi-directionality
- Site：CERN、GSI、ESRF、Spring-8、SHINE、LHAASO、German Stock Exchange，etc
- Distance: less than 10Km
- Support
  - OpenHareware+Commercial products

Potential international collaborations

- *Database based on the user's requirement*

Parameter Database

Magnet Database

Lattice and Model Database

Log and trouble tracking

Management of Cable and device

Configuration of Security database

Etc..

Naming Convention Database

Equipment Database

Management of File

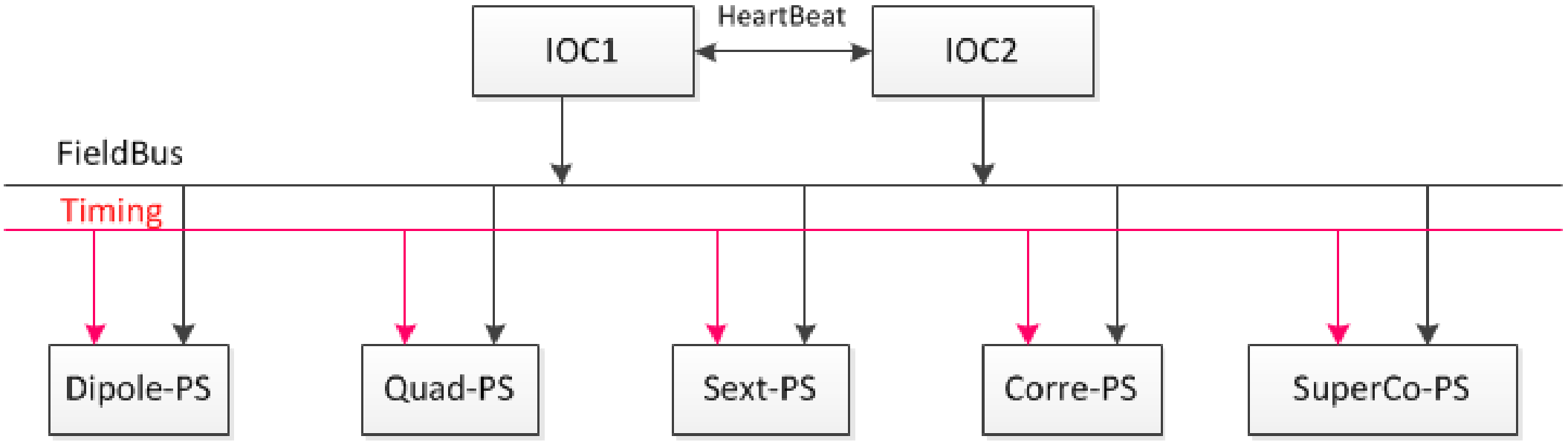
Alignment Database

Alarm database

MPS and interlock database

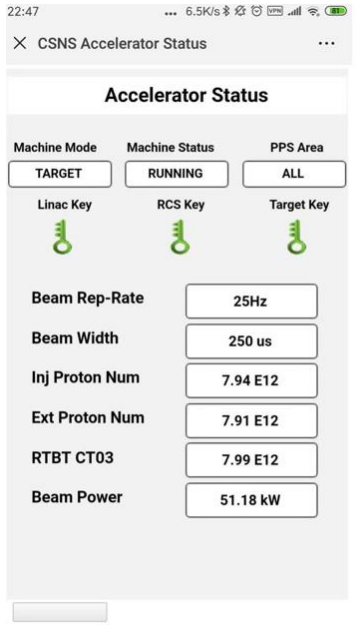
More and more Database will be designed with the progress of the Project

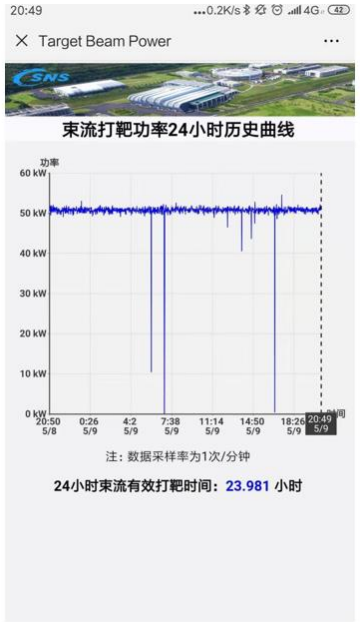
Potential international collaborations

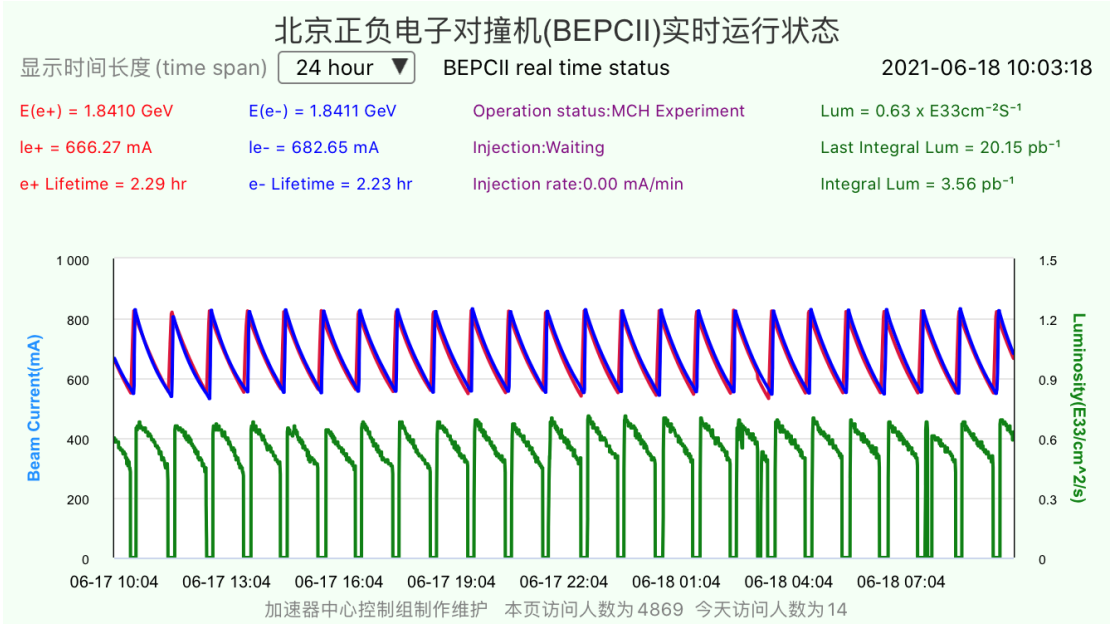


Redundant IOCs

Potential international collaborations







Apps and Wechat （iOS and Android）

Summary

- More detailed requirements should be further clarified, with the progress of CEPC TDR
- EPICS： Cooperate closely with EPICS community and company
- New technique: IoT/AI/machine learning in control system

Thanks a lot!