

瑞萨电子PLC技术方案介绍



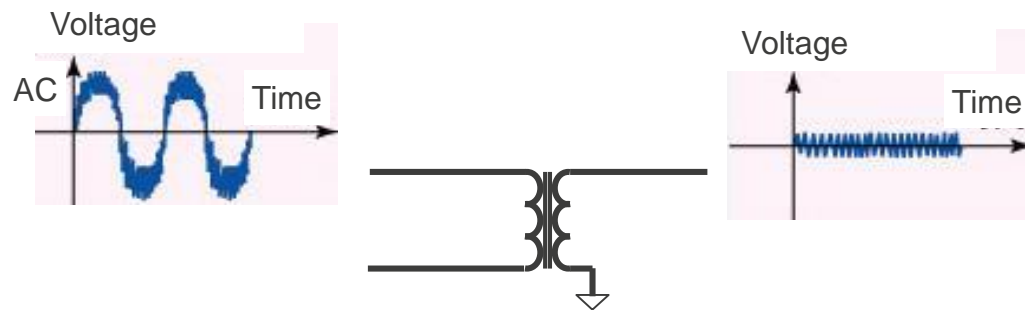
瑞萨电子PLC技术积累

何谓电力线载波通讯？

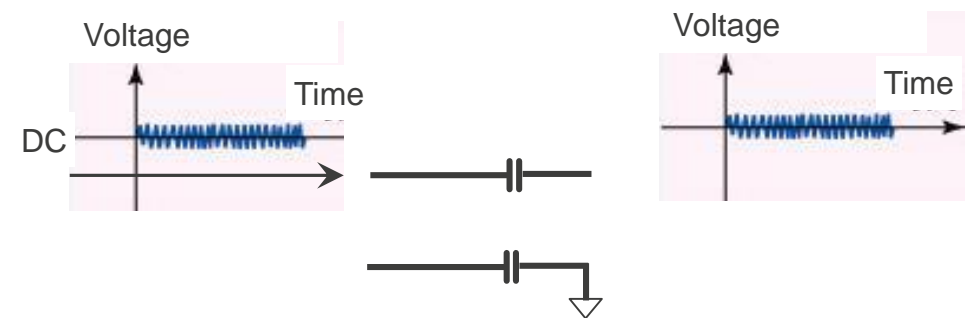
通讯数据可以在交直流线上进行传输

- PLC定义：电力线载波通讯
 - 无需新的不嫌
 - 可以穿墙通讯
- 宽带PLC： 2MHz~30MHz / ~200Mbps.
- 窄带PLC： 30KHz~500KHz / ~1Mbps :

[AC-PLC] AC-PLC 需要变压器变直流

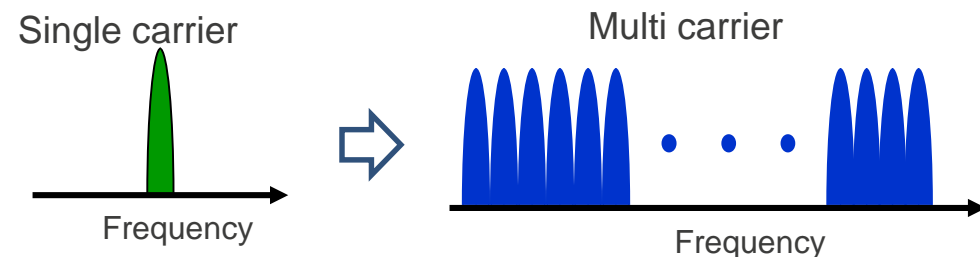


[DC-PLC]

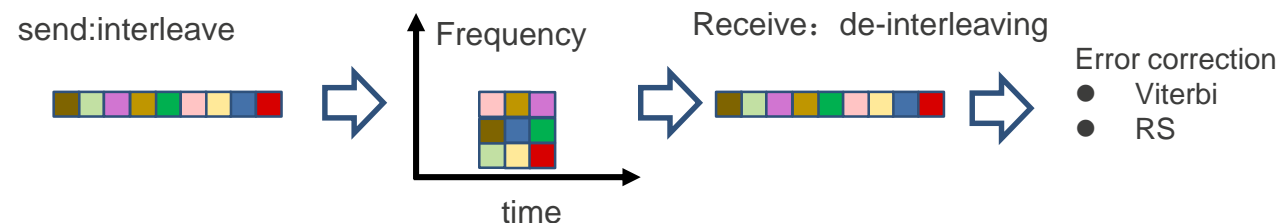


窄带PLC方案 “鲁棒性” 的特征

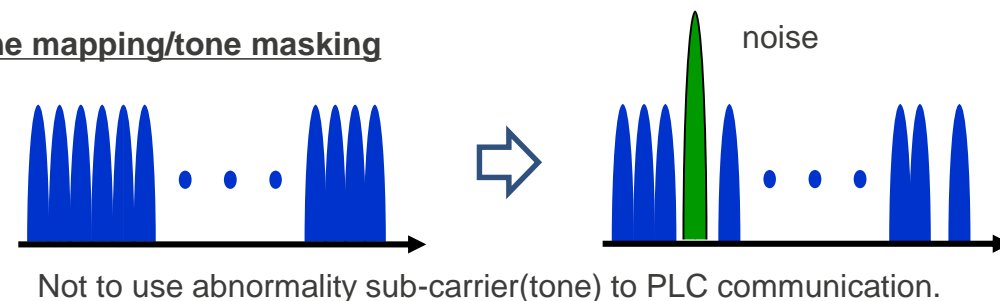
- 单载波(FSK)→多载波(OFDM)
- 加快通讯速率
 - 多载波(OFDM)可以支持几百Kbps
 - 多种调制方式
(D)BPSK(1bit), (D)QPSK(2bit),
(D)8PSK(3bit), 16QAM(4bit)
- 鲁棒性
 - 分开发送(ROBO)
→ 接收端的信噪比达到0dB
 - 交替纠错
Viterbi + Reed Solomon编码算法
 - Tone mapping / tone masking



Interleave + error correction



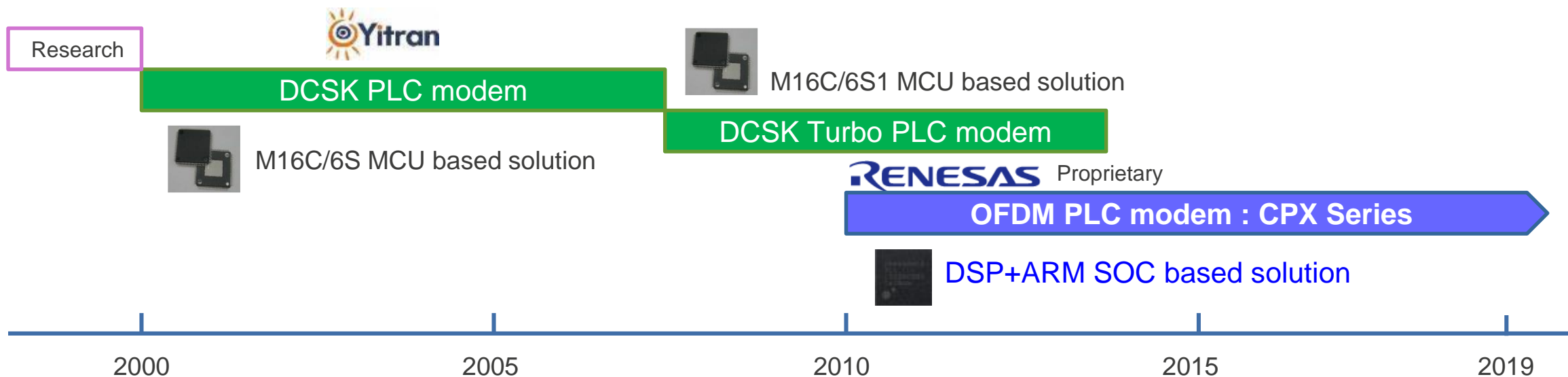
tone mapping/tone masking



BPSK: Binary Phase Shift Keying
 QPSK: Quad Phase Shift Keying
 8PSK: 8 Phase Shift Keying
 16CAM: Quadrature Amplitude Modulation
 RS: Reed Solomon

瑞萨电子窄带载波技术介绍

瑞萨电子拥有超过20年的窄带PLC的开发经验



瑞萨电子长期致力于基于OFDM载波技术的标准化工作和系统方案开发



PLC在能源管理系统中的应用

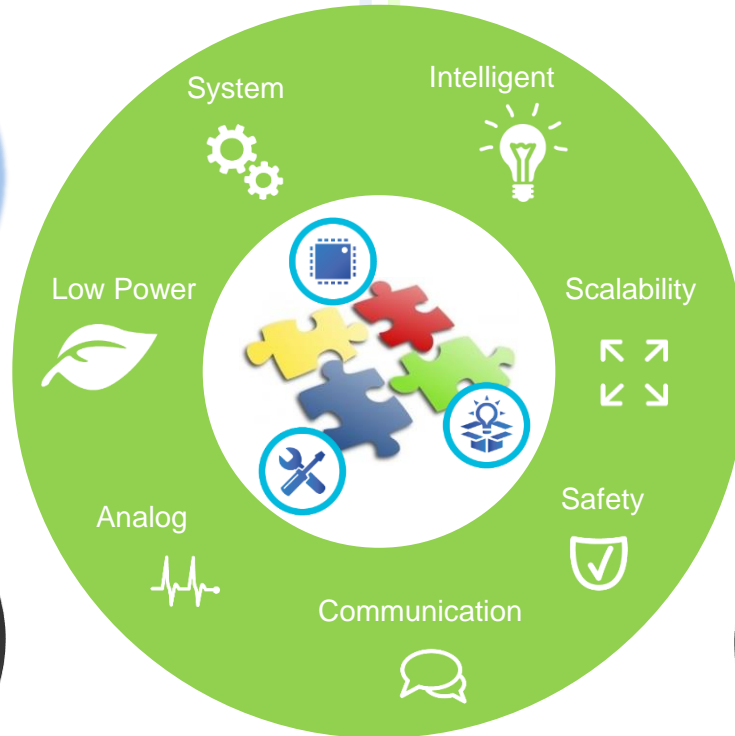
及衍生方案的应用

电表，能源监测系统

电表及数据采集



智能家居



输配电应用

微网及充电



其他能源管理



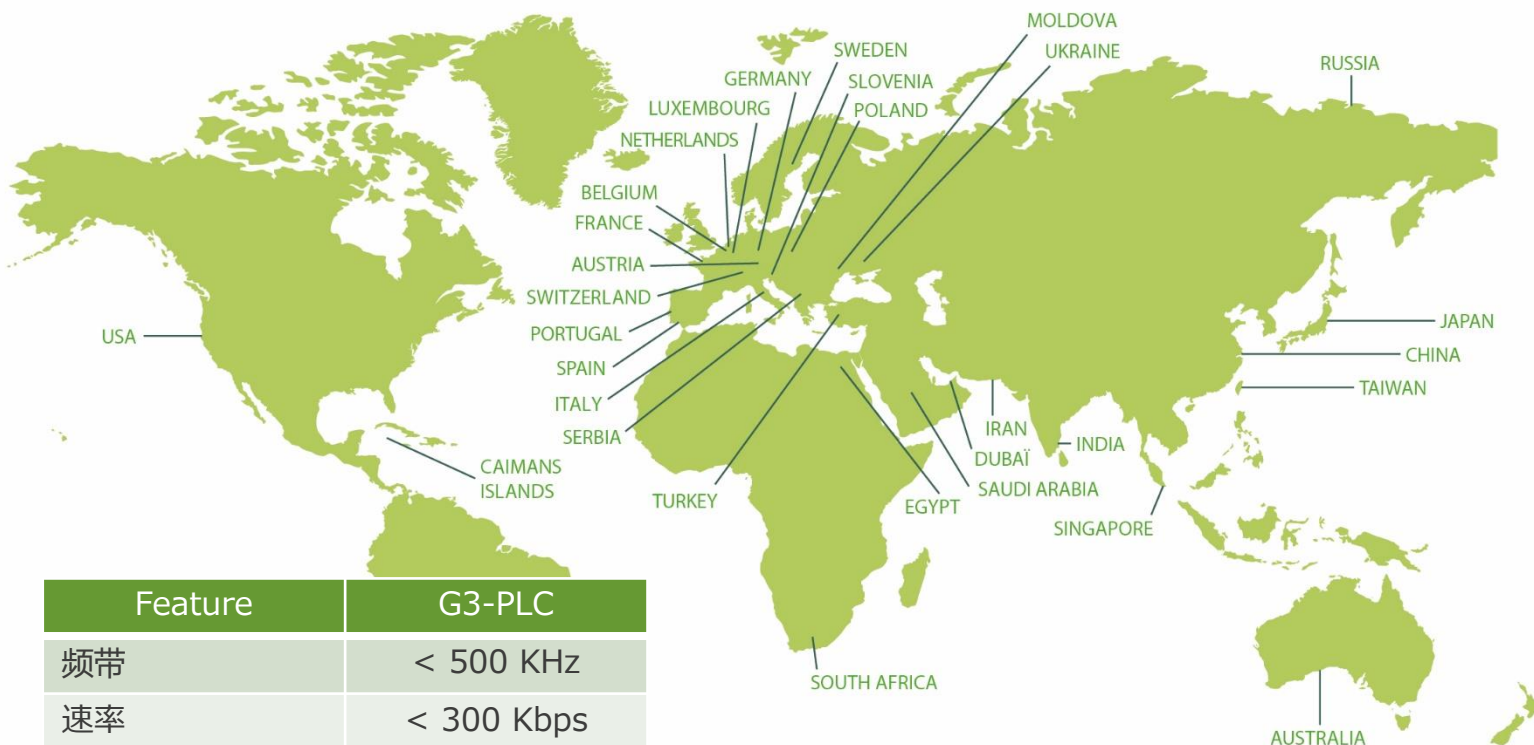
G3联盟更新及瑞萨电子的定位

瑞萨电子致力于G3联盟的标准化工作及系统方案开发

About 90 members coming from more than 20 countries

G3-PLC
Alliance

As of Mar/2019



Feature	G3-PLC
频带	< 500 KHz
速率	< 300 Kbps
拓扑	Mesh

G3-PLC 认证平台: 129个

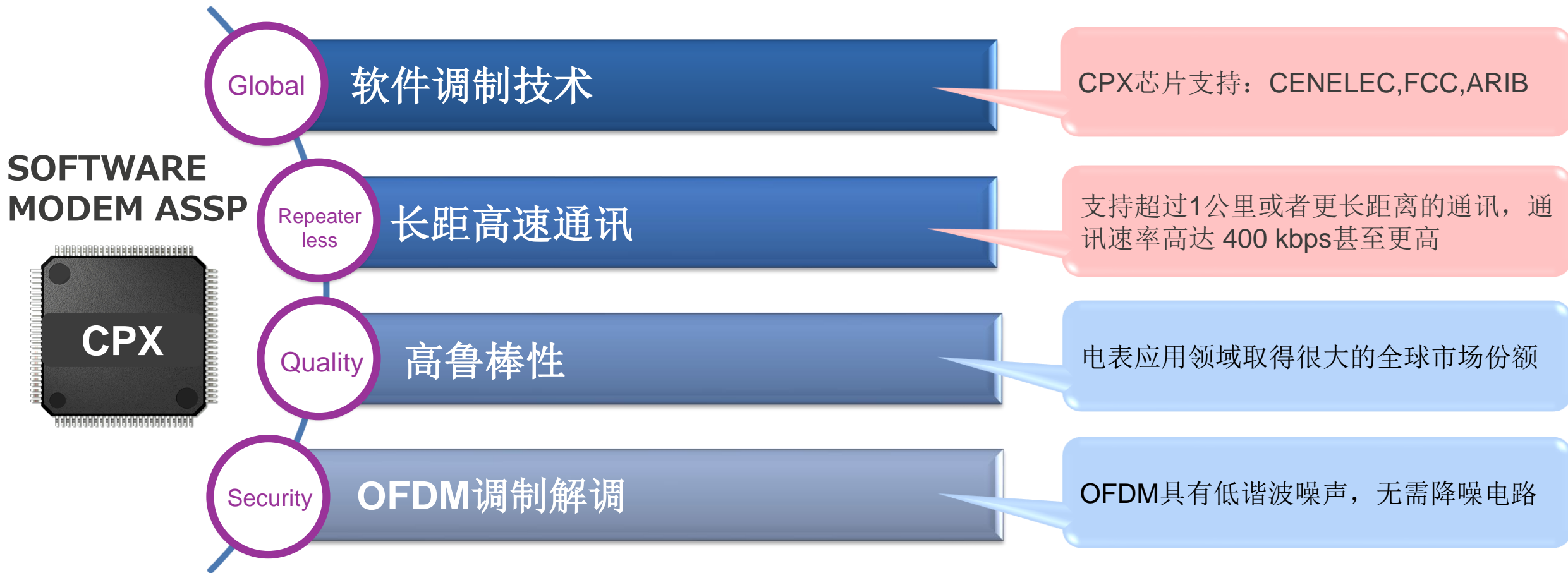
瑞萨电子是第一个执行并被授予认证的平台，同时提供36个过认证的方案

G3-PLC 认证产品: 113

35 个通过认证的产品使用了瑞萨电子的平台

瑞萨电子PLC特点

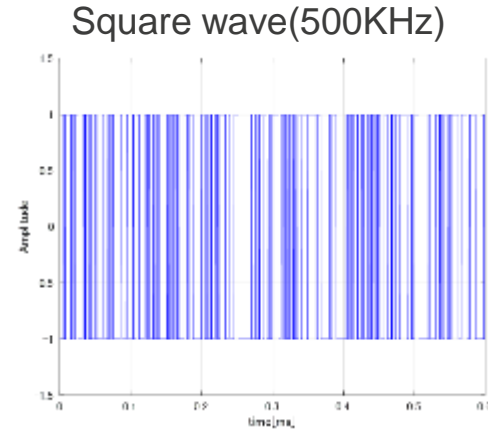
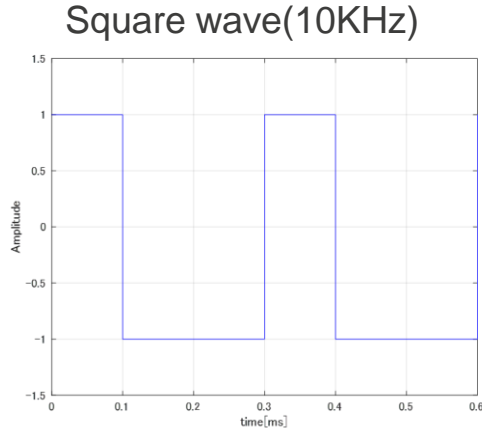
瑞萨电子窄带OFDM PLC方案



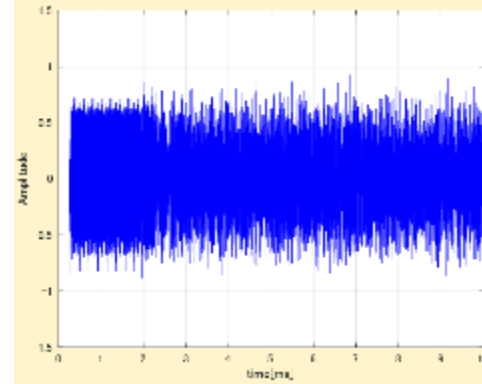
谐波噪声在通讯线路上的对比

方波和OFDM

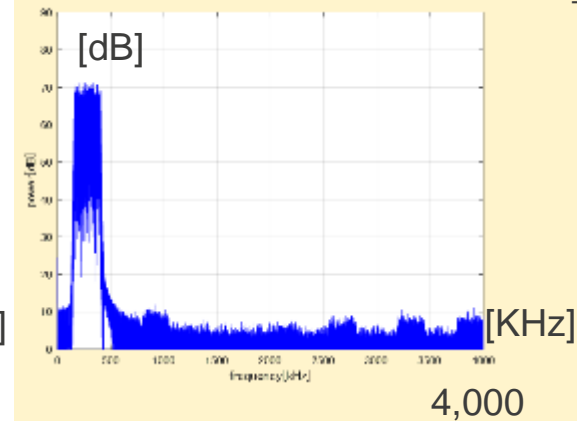
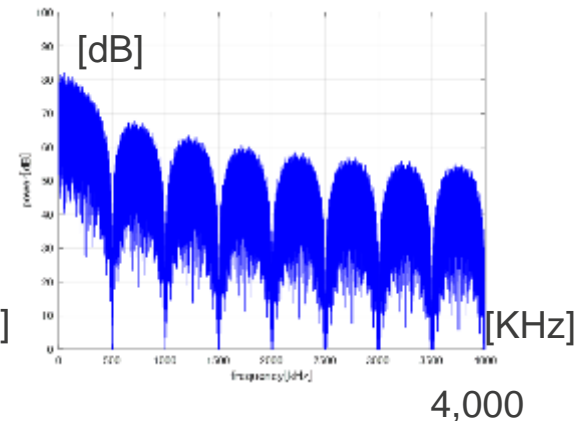
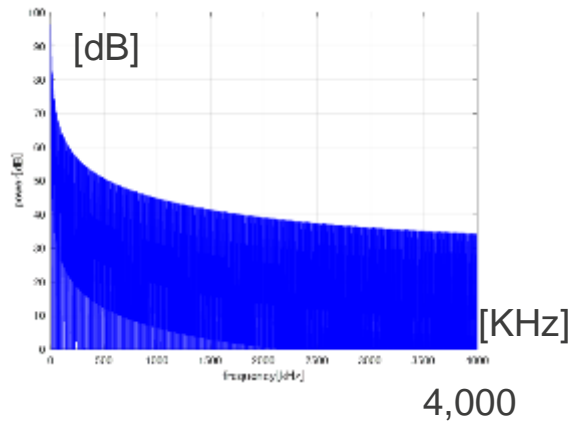
Signal waveform (time)



OFDM wave (150K-500KHz)



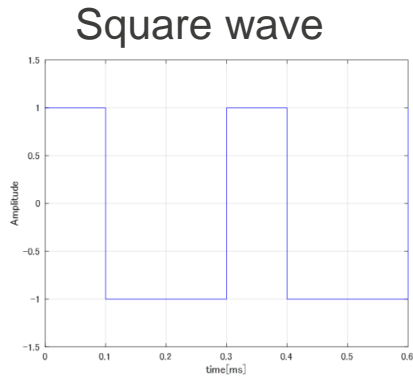
Signal waveform (frequency)



- 因为OFDM信号是通过瑞萨电子CPX3进行调制发送的，所以他的谐波噪声相比其他方波信号传输（如RS485等）要低的多
→ 无需降噪电路

数据安全性在通讯线路上的对比

方波和OFDM



- Easy to read as a digital signal by a third party

PLC(OFDM 调制解调)

- 调制模拟信号，这是为后续读取数据进行解调的
- OFDM调制的必备技术。
- 用瑞萨电子专有的OFDM调制技术，则通用的解调技术是无法对数据进行解调的
- * 提高发射平均功率，且正在申请专利

Transmit: **Interleave**

Receive: **Deinterleave**

- 数据在时域频域展开的同时进行发送，则不可能接受到正常的的数据，除非你知道交叉存取的模式

encryption

- **Encryption using AES128**

瑞萨电子 PLC产品路线图

CPX3 在智能电表领域已广泛应用，正在开发基于MAC层通讯CPX4

Industrial Standards

G3-PLC Alliance

PRIME ALLIANCE

meters AND more OPEN TECHNOLOGIES

Original standard based on G3 (MAC+PHY)

CPX4

Device Roadmap

CPX2

G3-PLC/Prime1.3.6

uPD 809508 (CPX2)

MP

CPX3

G3-PLC/Prime1.4/meters

R9A06 G037 (CPX3)

MP

CPX4

'20/3Q MP

CY2015

2016

2017

2018

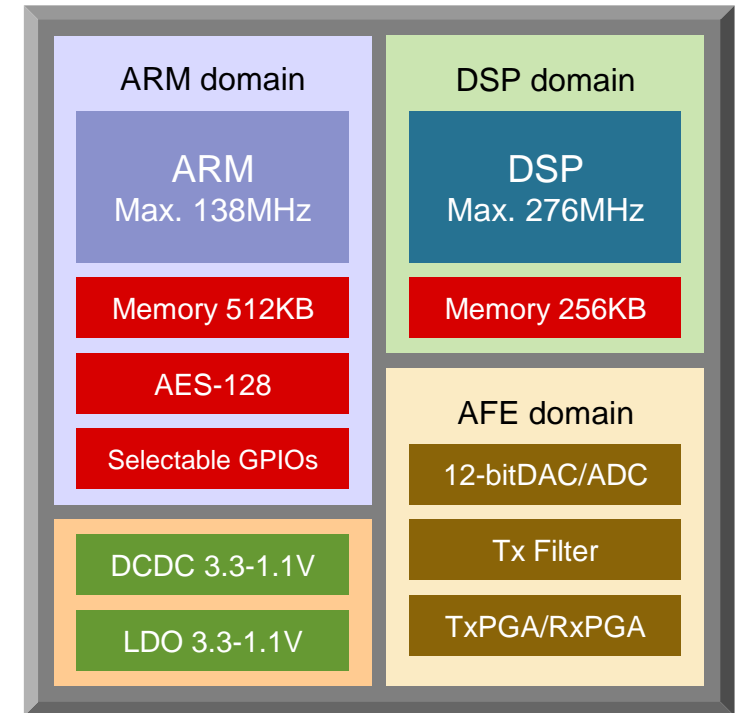
2019

2020

CPX3 : R9A06G017 概览

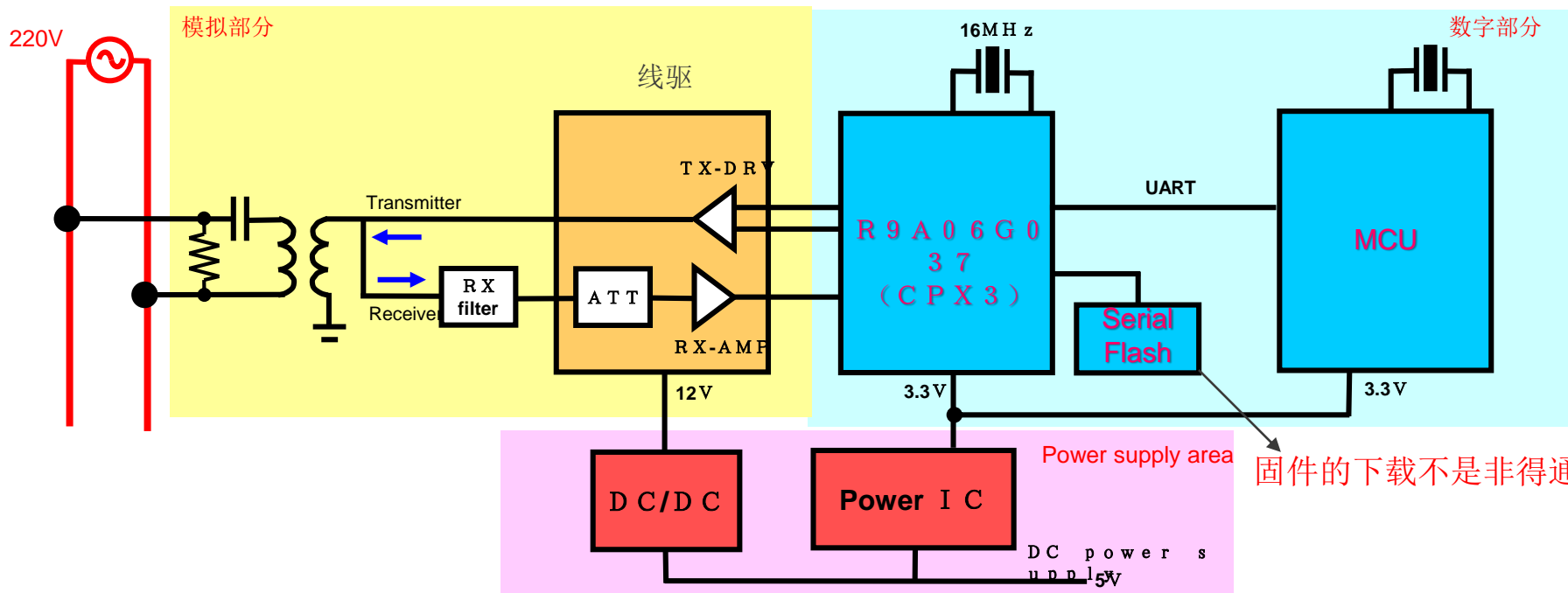
CPX3 提供紧凑，高效，信价比高的方案

特点	Benefits
内置高性能DSP和MCU	使得调制解调系统能轻松支持多协议标准及不同的频段
片上大容量存储空间 (768kB RAM)	提供更多有效空间以满足未来的标准扩充或双MAC方案
超低功耗 (150mW)	减少整个系统的运行功耗
12bit DAC/ADC	增强噪声容错率及鲁棒性
集成片上接收端可编程增益放大器	更宽增益范围和动态范围
集成电源管理芯片 DC/DC and LDO	进一步降低功耗，及外围电路成本



PKG : 64-pin QFN, 9mm□, 0.5mm pitch

系统设置应用举例 (CPX3 + Driver + MCU)

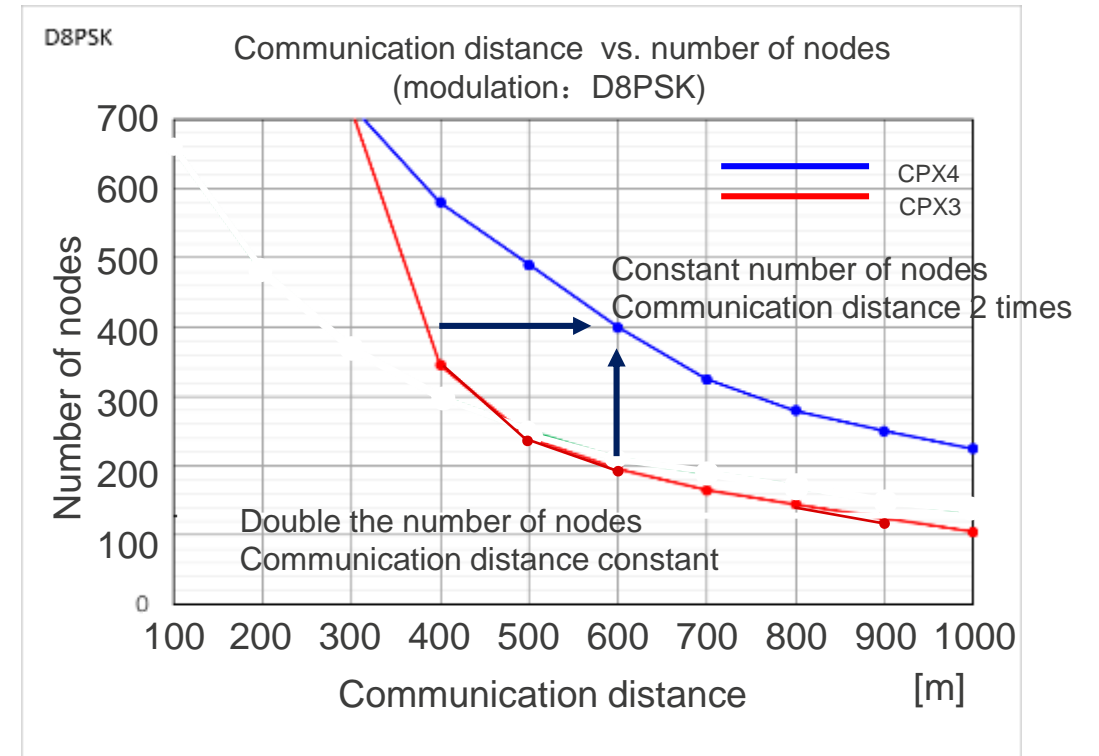
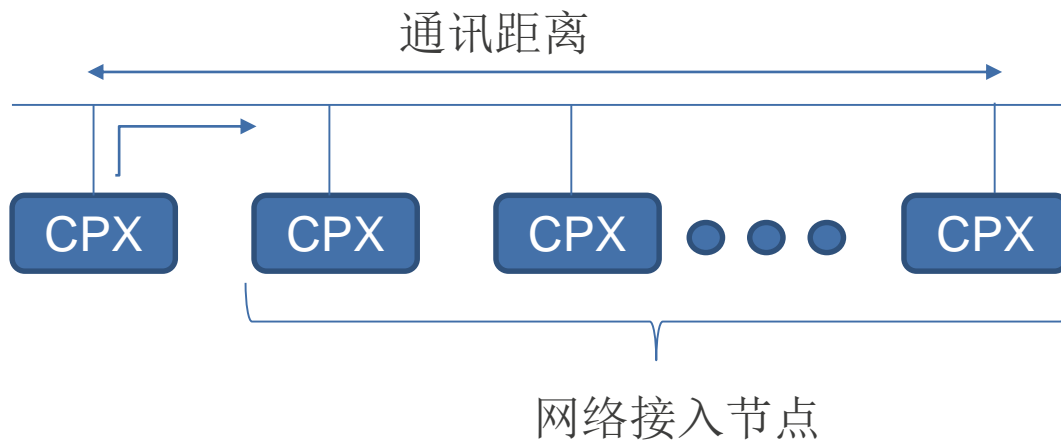


- 固件导入有2种方式：
 - 从外部MCU的串口
 - 从外部串行flash

CPX4 特征:

长距离通讯, 支持更大的网络规模

- 通过加大CPX4直接发射驱动能力, 使得传输距离得以加长, 且最大网络节点数可以翻番

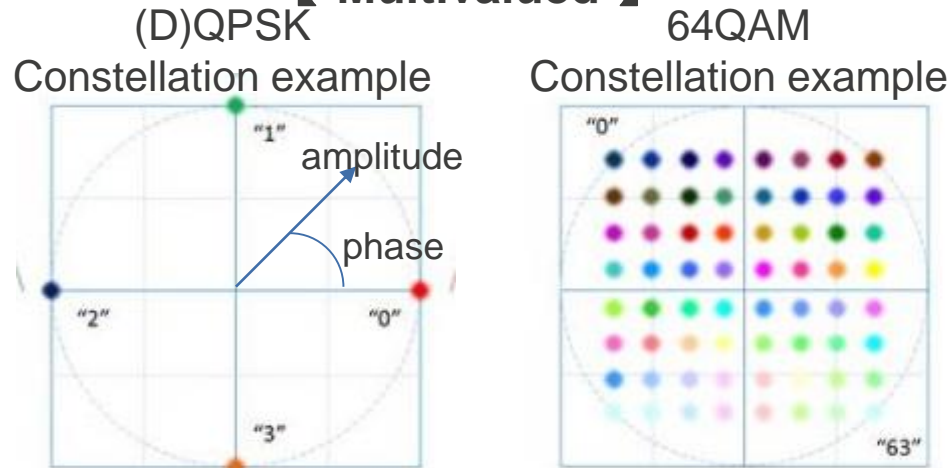


CPX4 特征 :

高速通讯速率 (200Kbps→400Kbps)

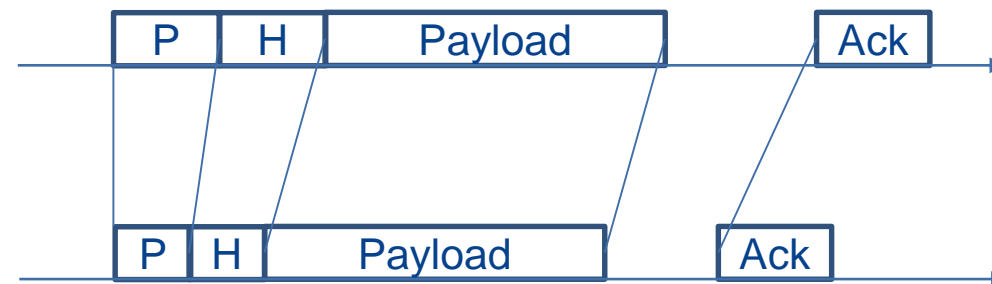
- 通过多值处理提升数据吞吐量
- CPX3:(D)BSK(1bits), (D)QSK(2bits), (D)8SK(3bits), 16QAM(4bits)
- CPX4: DBSK(1bits), DQSK(2bits), D8SK(3bits) , 16QAM(4bits), 64QAM(6bits), 256QAM(8bits)
- 调整preamble, header and frame 的间隔

【 Multivalued 】



Expression of bits by amplitude and phase

【 Adjustment of preamble etc. 】



PLC方案在电表中的应用

智能电表应用领域提供量产方案

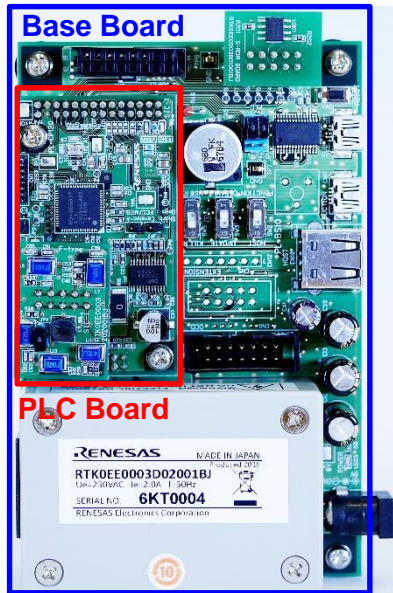
为智能电表应用提高标准化，且灵活架构的快速设计

电表及数据集中器

通讯技术
PLC通讯 无线通讯

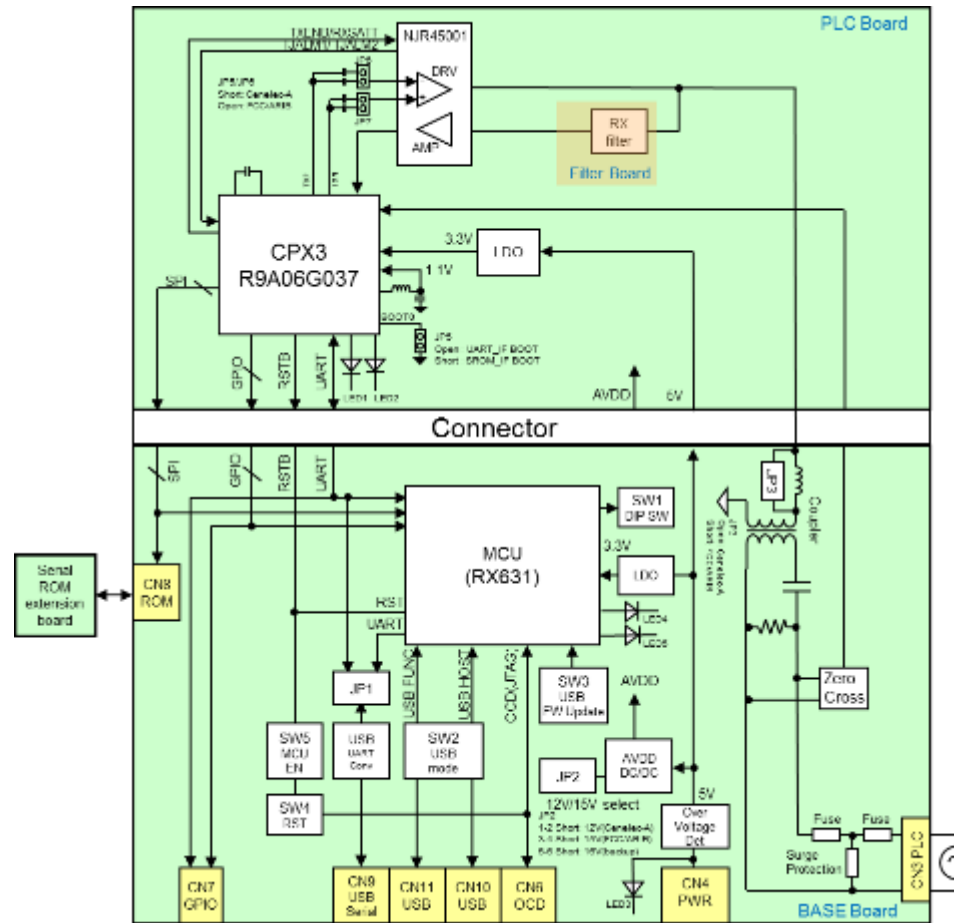


PLC 评估板J70D1(高压版本)

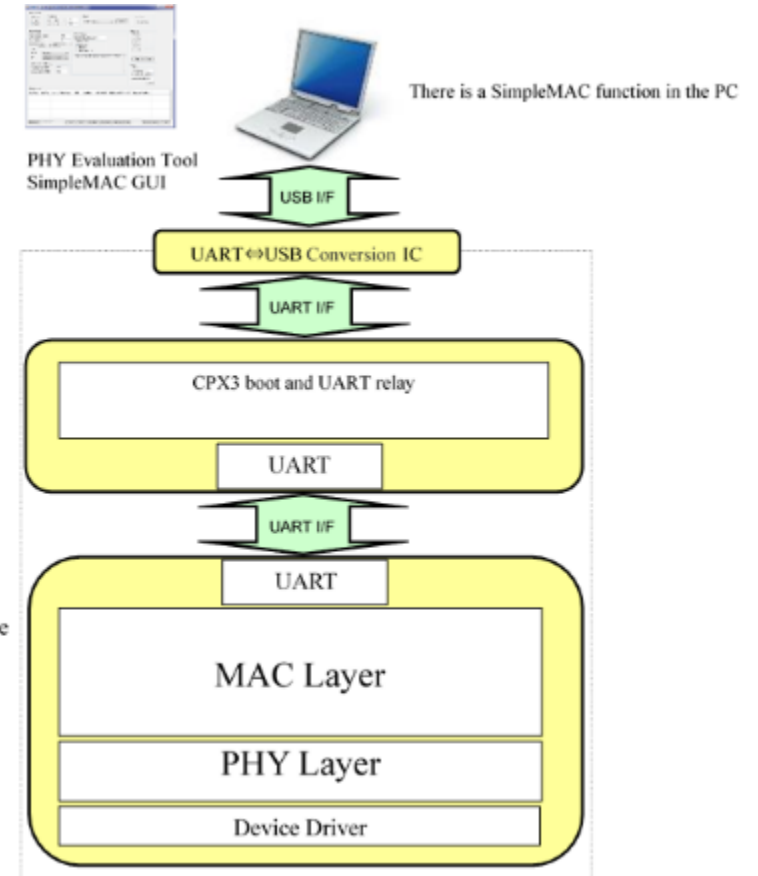


模块型号
RTK0EE0003D02002BJ

Modem Device :R9A06G037
MCU :RX631(R5F5631EDDFP)



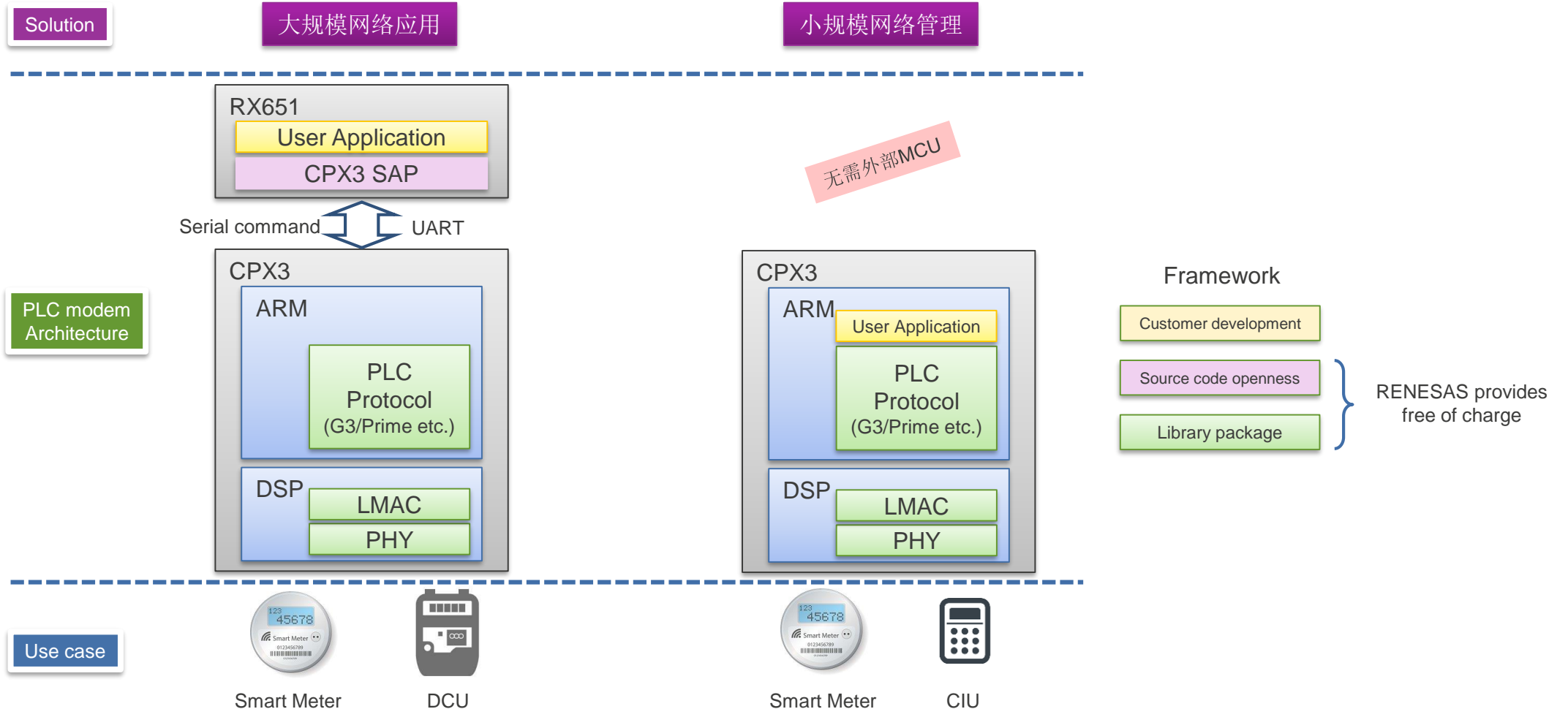
硬件架构



PHY 评估软件
(Simple MAC)

软件架构

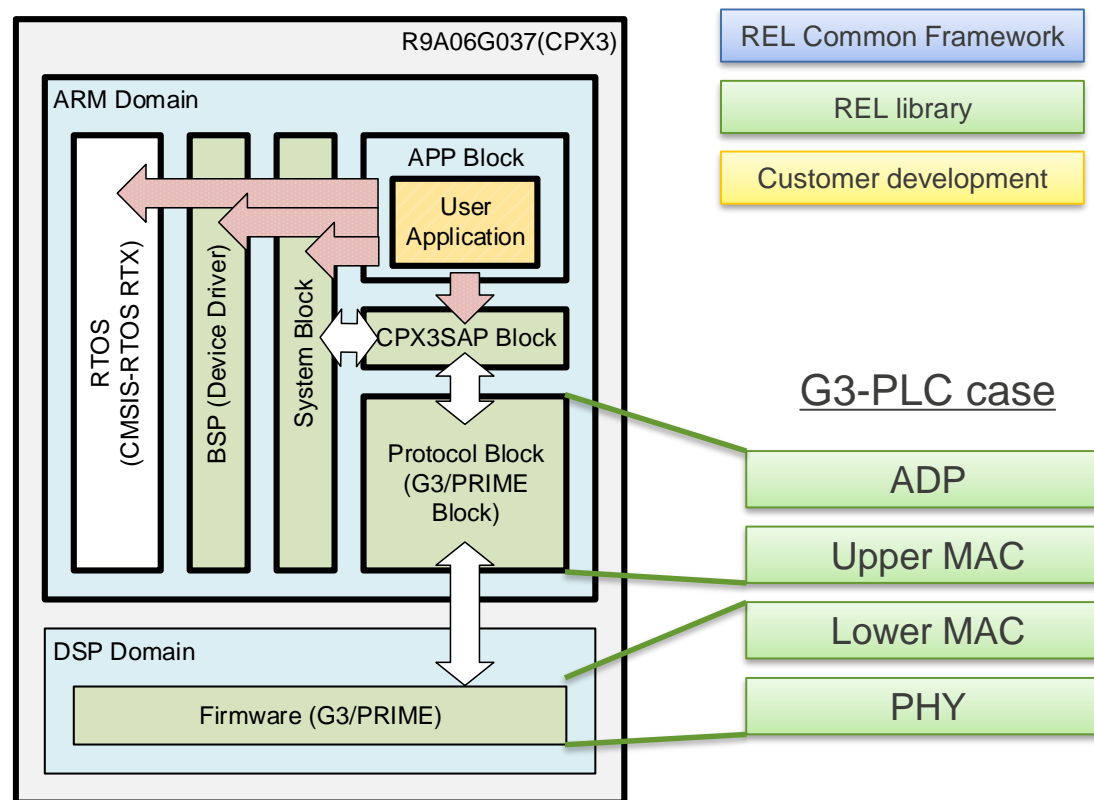
一颗CPX3芯片提供 G3-PLC/PRIME不同协议的解决方案



为智能电表应用提供最合适的方案

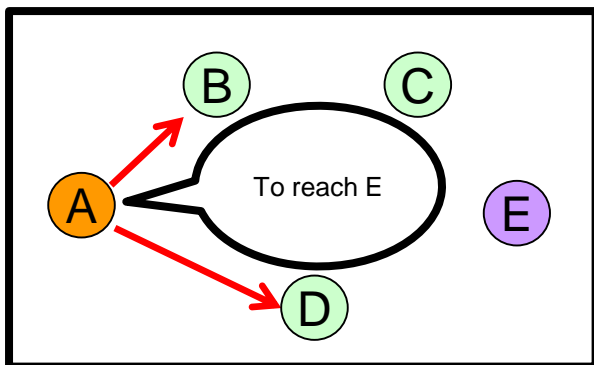
CPX3 在智能电表领域已广泛应用，正在开发基于MAC层通讯CPX4

- 用户层的应用可以在CPX3 内部的ARM里面执行
 - 用户侧应用可以通过下面的接口：
 - G3-PLC API provided by CPX3SAP Block
 - RTOS API
 - Device Driver API
- 瑞萨电子提供以下库
 - G3-PLC Block
 - CPX3SAP Block
 - System Block
 - Device Driver
 - DSP Firmware

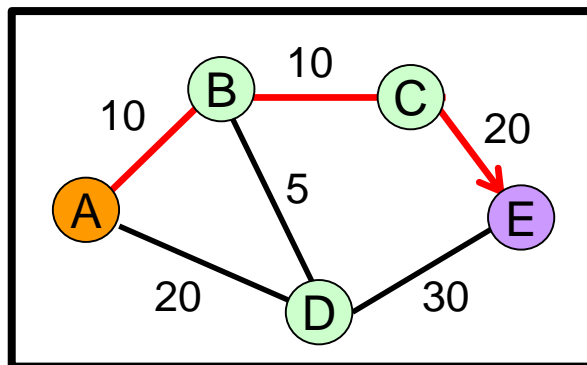


网络层功能 (路由功能)

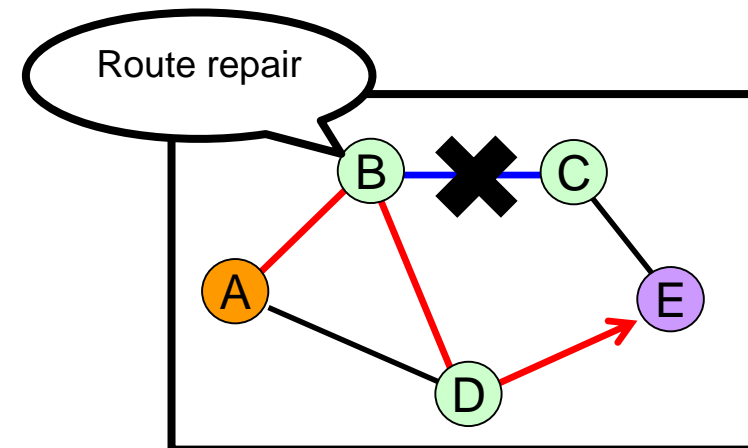
- 路由功能是基于G3-PLC 标准的LOADng
 - 需求回应路由协议
 - 通过路由成本计算及（LQI）来实现最优路径搜索
 - 通过双向路由功能，在收发端阻抗不平衡的情况依然实现高质量通讯
 - Hop功能可以对路由选择，吞吐量及稳定性进行重新评估
 - 中继路径中可以实现路由修复及错误识别功能



Reactive type:
Route search at packet transmission



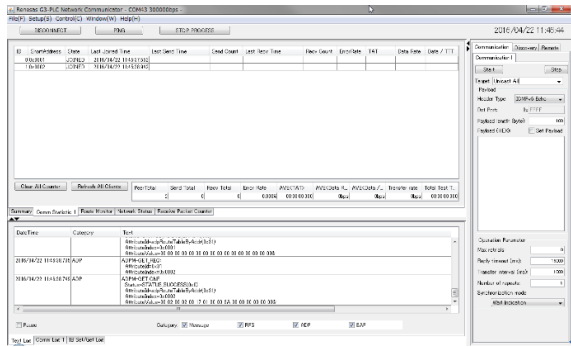
Route selection based on LQI:
Select the route with the smallest Route Cost



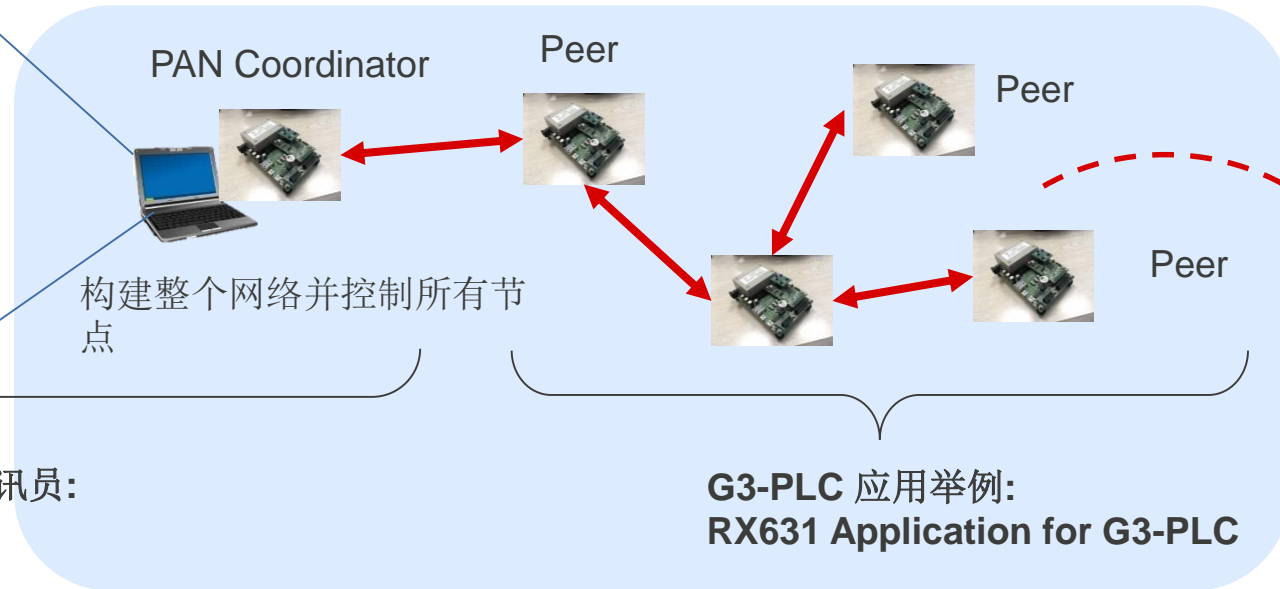
Route repair by relay route
(Error notification when it can not be repaired)

网络评估工具

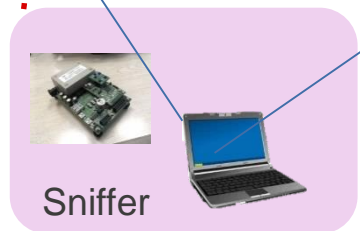
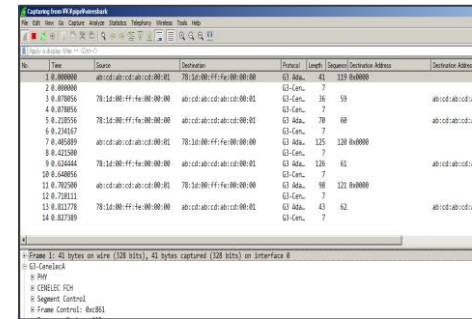
No.	Name	Description	PLC standards	GUI
1	Renesas G3-PLC Network Communicator	G3 Coordinator GUI	G3-PLC	Yes
2	Wireshark for PLC	Packet analyze tools for PLC (Sniffer)	G3-PLC/PRIME	Yes



**Renesas G3-PLC 网络通讯员:
G3-PLC 协调器 GUI**



**G3-PLC 应用举例:
RX631 Application for G3-PLC**



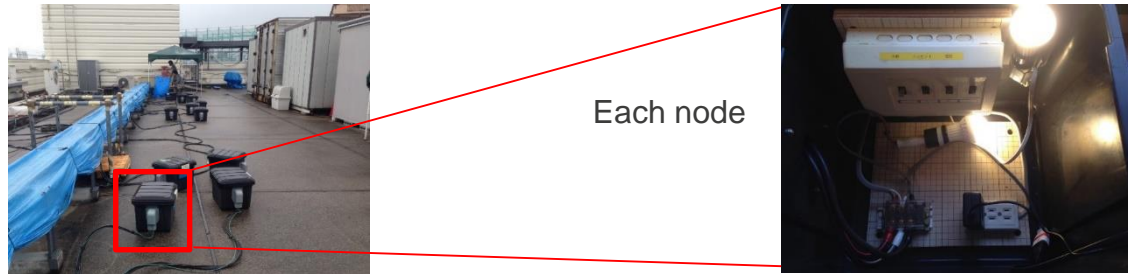
Sniffer

**Wireshark for PLC:
G3-PLC 协议分析仪**

在日本的现场测试

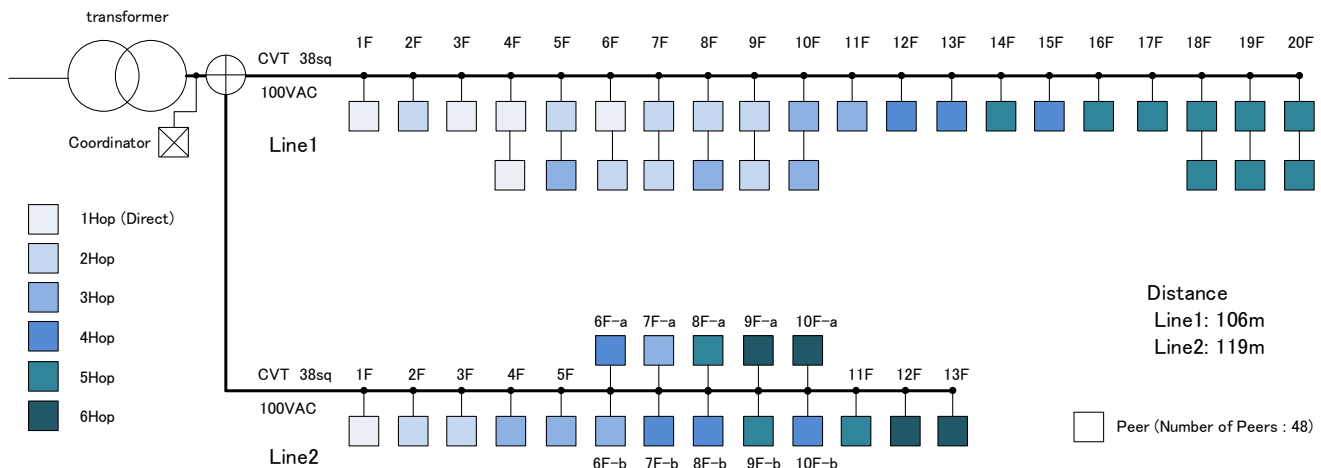
通过多跳层通讯实现100%的成功率

测试场景:

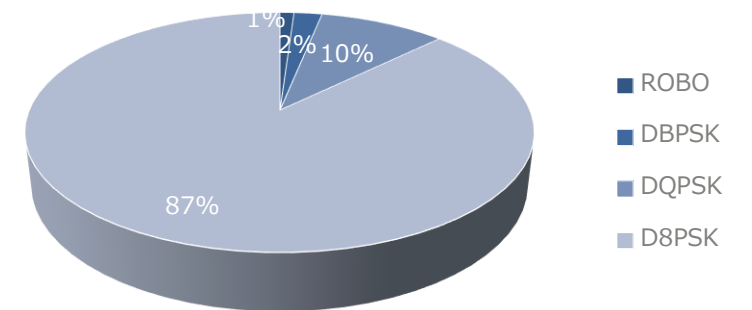


测试结果:

Hop层数	1	2	3	4	5	6	7	8
节点数及成功率(%)	6 (12%)	10 (21%)	9 (19%)	7 (15%)	12 (25%)	4 (8%)	0 (0%)	0 (0%)

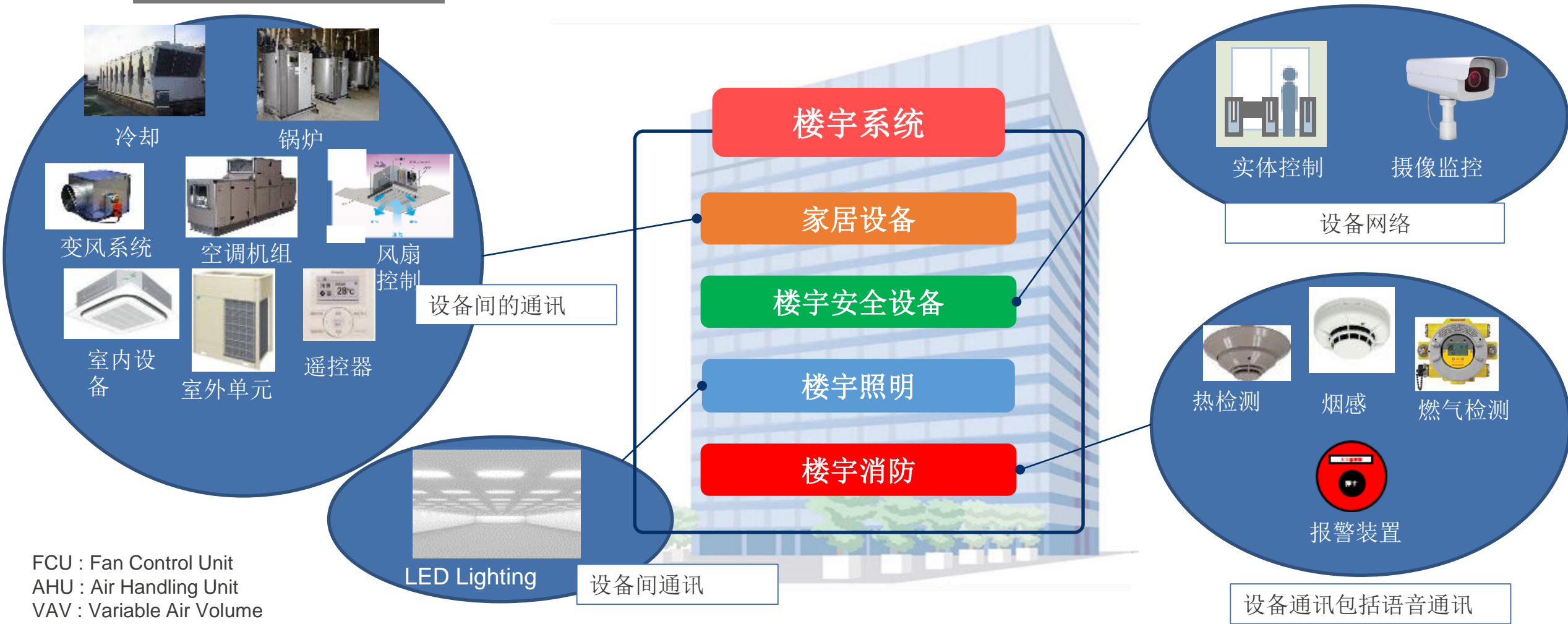


通过数据包选择调制方式



楼宇自动化方案

楼宇自动化中的PLC应用



FCU : Fan Control Unit
 AHU : Air Handling Unit
 VAV : Variable Air Volume

基于PLC的语音通讯

■ 主要特征

- ✓ 通过现有线路减少额外成本投入
 - 电线，信号线合而为一
- ✓ 稳定的语音通讯
 - 将通讯延迟波动降到最低
- ✓ 长距离（大于1公里），多从节点通讯

■ 系统架构

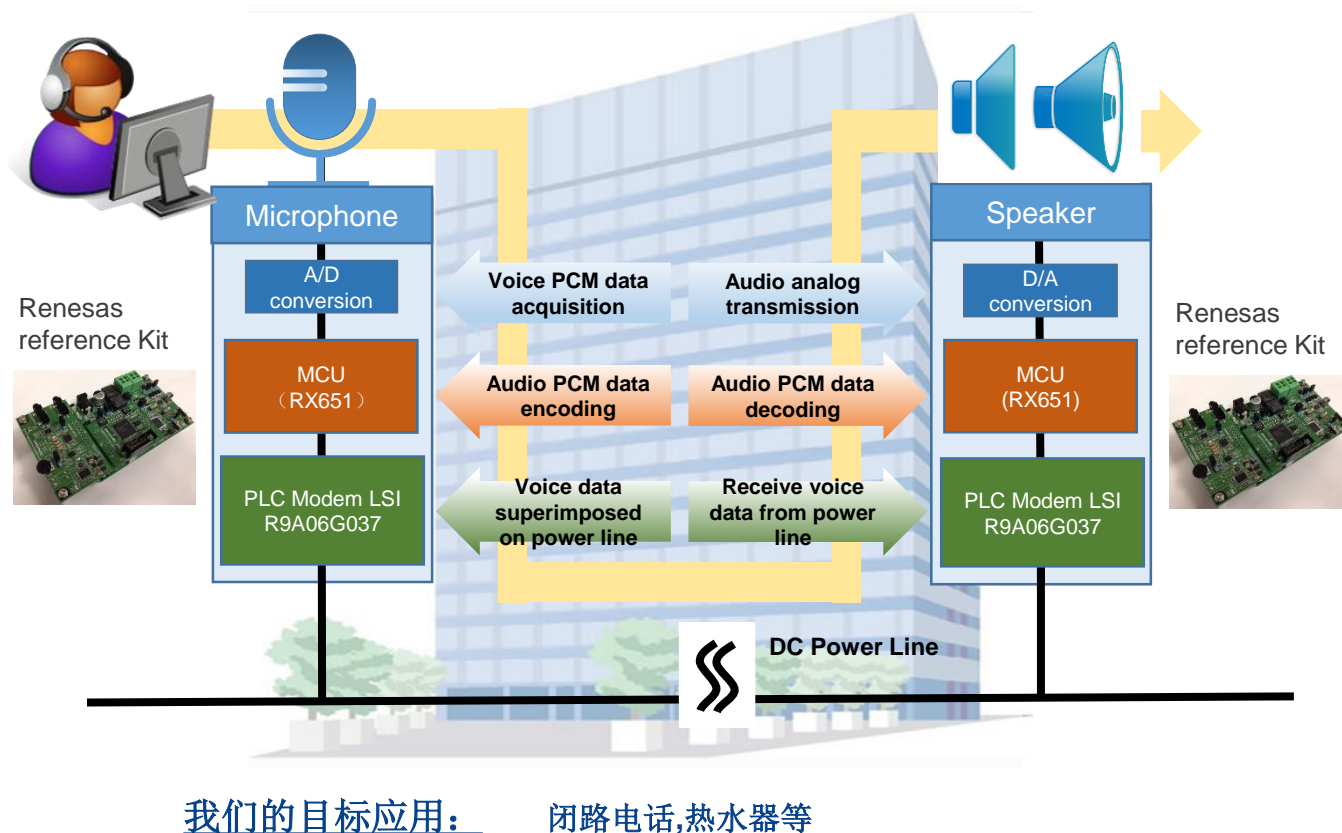
H/W : CPX3 + MCU(RX651) + Driver(ISL151xx)

S/W : Voice communication library(FPAC)

available now



■ 消防应用举例



板级通讯方案

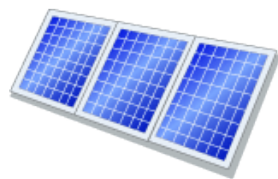
■ 主要特征

- ✓ 通过现有线路减少额外成本投入
 - 电线，信号线合而为一
 - 减少连接错误率及安装成本
- ✓ 系统易扩展
 - 底层独立于MCU的接口
- ✓ 长距离（大于1公里），多从节点通讯

■ 应用



打印机



光伏

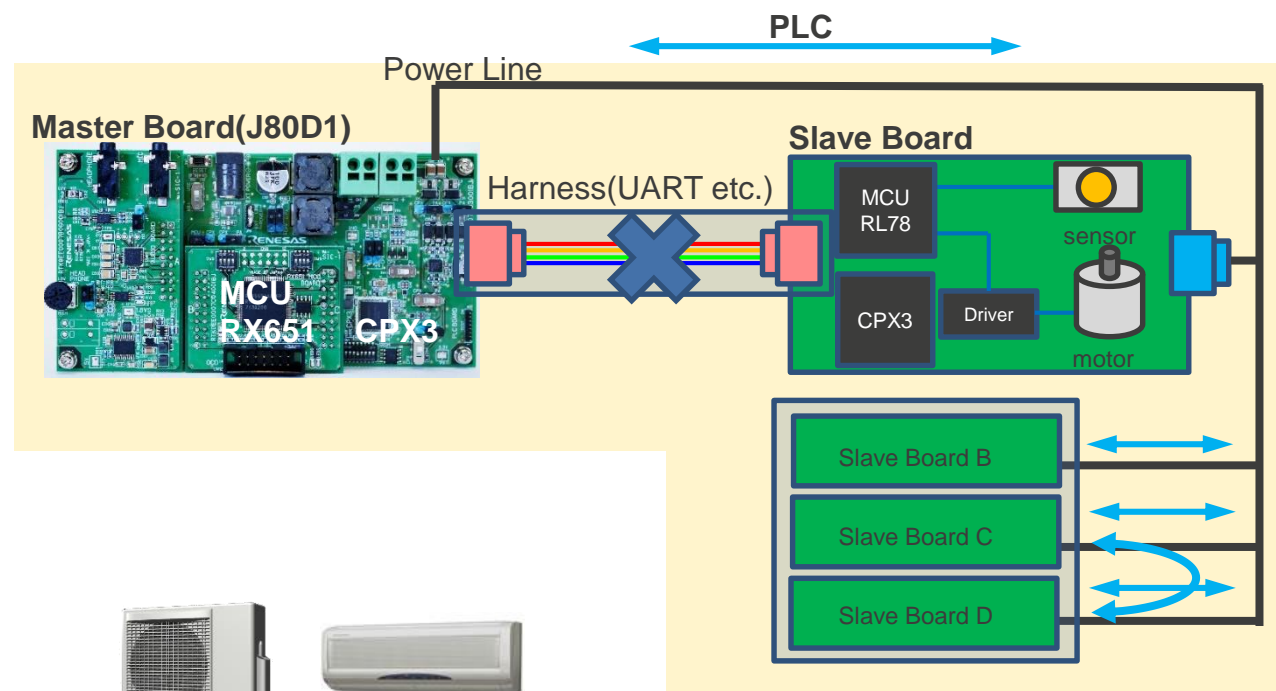


LED灯控



空调室内室外机

■ 系统架构



JPEG 图像传输方案

■ 主要特征

- ✓ 通过现有线路减少额外成本投入
 - 电线，信号线合而为一
- ✓ 电力线图像传输
 - 对于图像质量要求不高的应用场景，集成了 JPEG 图像编解码及传输系统
- ✓ 长距离（大于1公里），多从节点通讯

■ 应用

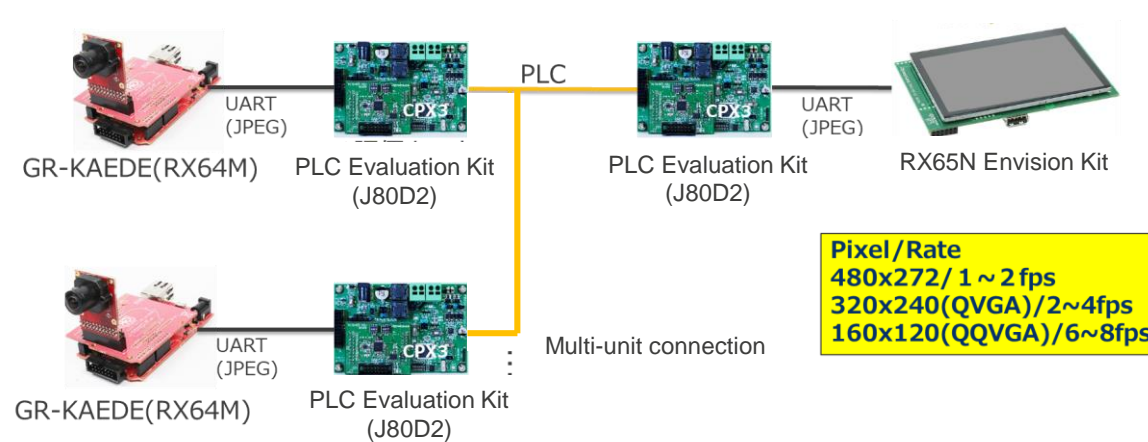


监控摄像

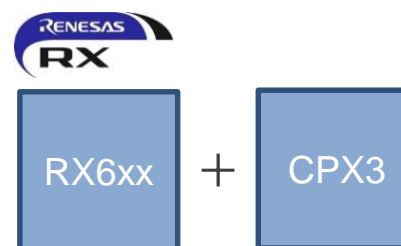


闭路可视电话

■ 系统



■ 硬件架构



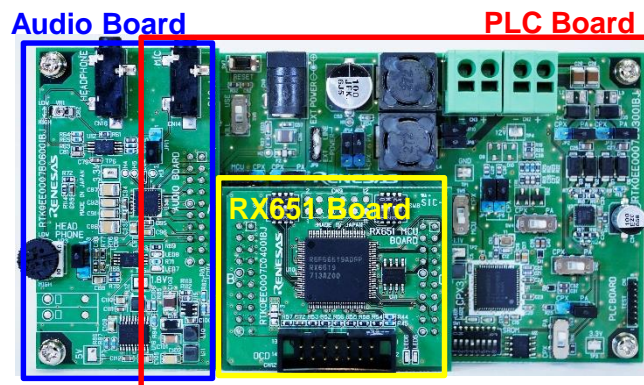
CPX3 PLC 评估套件

Product name	GCPX3 Evaluation kit J70D1	BCPX3 Evaluation Kit J80D1 with Audio	BCPX3 Evaluation Kit J80D2
套件型号	RTK0EE0003D02002BJ	RTK0EE0007D01001BJ	RTK0EE0007D02001BJ
PLC型号	CPX3 R9A06G037		
MCU	RX631 (R5F5631EDDFP)	RX651 (R5F56519ADFP)	RL78/G13 (R5F100GLAFP)
模拟前端	NJM45001 (NJRC)	ISL15110 (Intersil)	
PLC 规格.	Carrier frequency : CENELEC-A:35kHz-90kHz FCC:150kHz-490kHz ARIB: 150kHz-450kHz	Carrier frequency : CENELEC-A : 35kHz - 90kHz CENELEC-B : 98kHz - 121kHz FCC : 150kHz - 490kHz ARIB : 150kHz - 450kHz	
通讯电压	100-230VAC	16-48VDC	
PHY 评估工具	SimpleMAC		
板子尺寸	120×76×44 mm	105×70×27 mm	105×70×27 mm

PLC 评估套件J80D1(低压版本)

音频支持

支持16~48V直流通讯

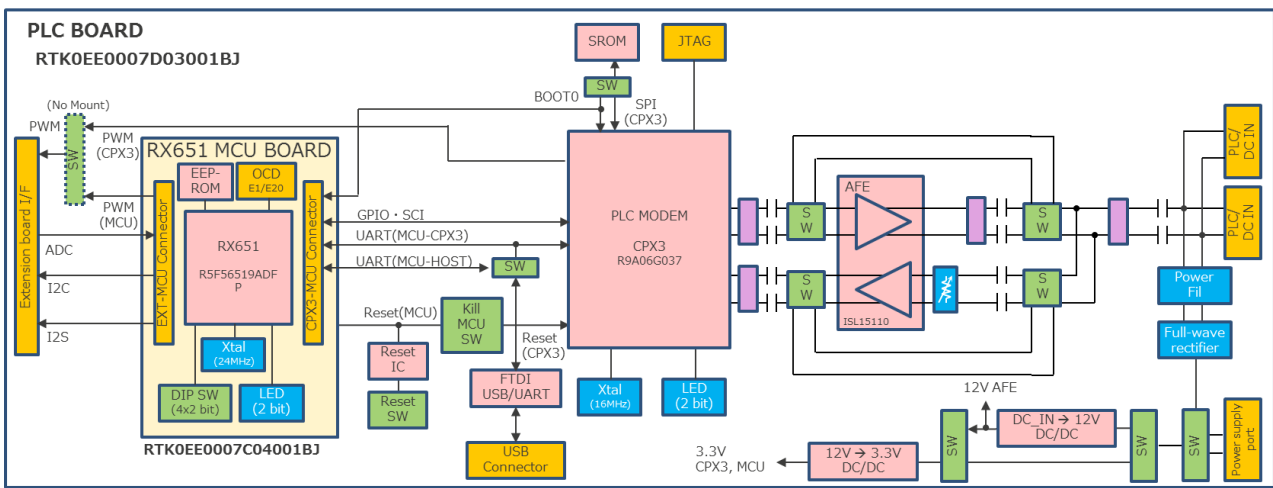


Model Number:
RTK0EE0007D01001BJ

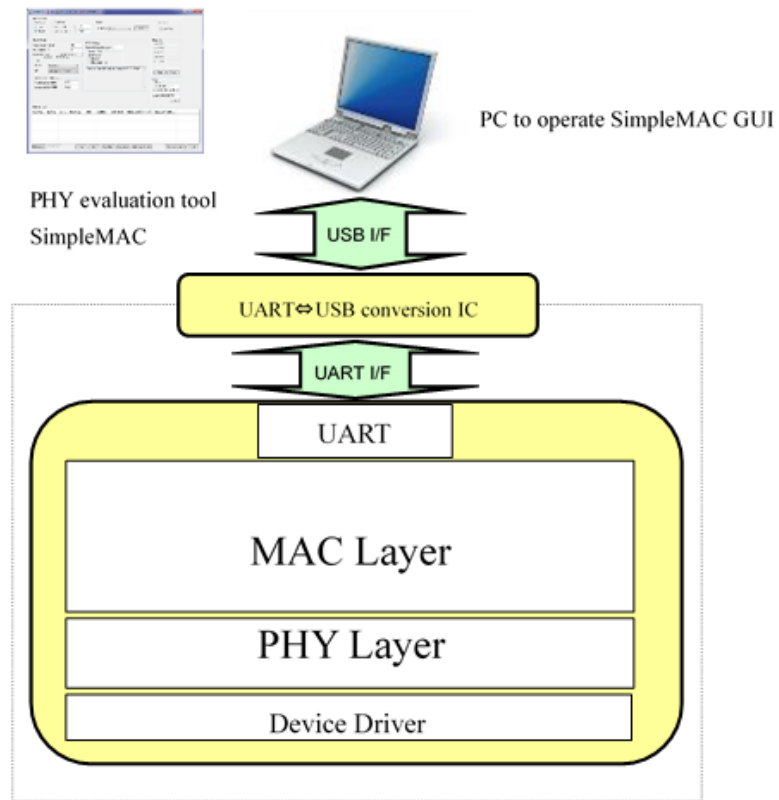
Modem Device :R9A06G037
MCU :RX651(R5F56519ADFP)

*Sold from Renesas Electronics

Passive parts Switch IC Connector Step attenuator Protection circuit



Hardware Configuration



PHY 评估软件
(Simple MAC)

BIG IDEAS FOR EVERY SPACE

www.renesas.com