

ADI能源解决方案

适用于配电系统的继电保护平台

配电应用原理和典型架构

在现代配电自动化系统中，越来越多的智能电子设备用于监控电网质量，并能迅速隔离任何故障，以免影响电网整体运作。此类设备架构主要由处理器、多通道ADC、信号调理电路、电源和通信接口组成。ADI公司作为全球混合信号处理技术领先者，是该领域的主要电子系统解决方案供应商。

- ADI公司在集成电能测量方面具有卓越的专业经验——采用ADI公司计量技术的电表已达3亿块；
- ADI的高精度转换器和运算放大器保证了电压电流的精密测量；
- 在全世界需要使用数模/模数转换器的电力设备中，大约有50%是采用ADI的转换器；

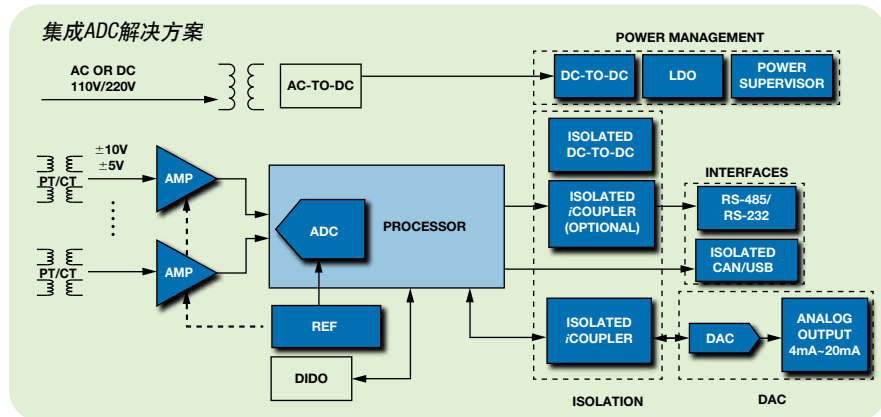
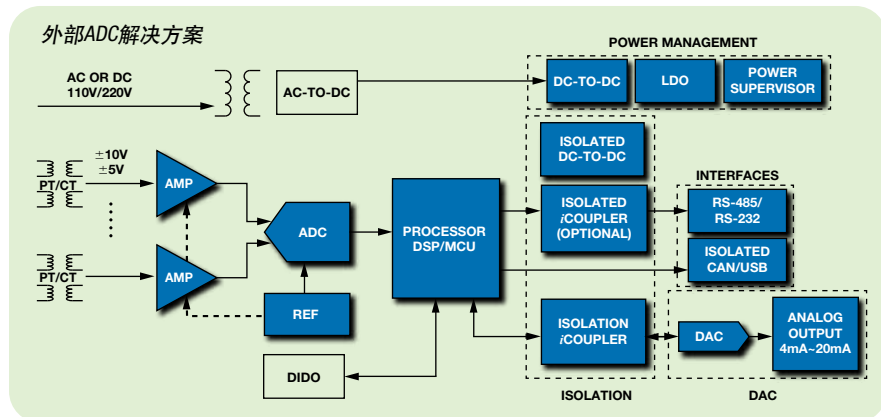
主要的系统及设计挑战

- 更高的可靠性和更低的装配/制造成本
- 某些应用需要高信号动态范围(高达4000:1)和高分辨率(系统ENOB \geq 12位)
- 不同程度的系统精度要求(保护精度高达0.5%，测量精度高达0.1%)
- 多通道(一些应用要求同步采样)
- 实时处理(10 ms, 所有通道20 ms)

典型配电系统分类

- 中压配电系统: <35 kV, 包括10 kV、6 kV、3 kV

典型配电设备信号链



上图所示的信号链是典型配电设备的示意图。

此表列出的产品代表了ADI对于配电应用的重点推荐产品。

- ADI高性能的信号处理能力保证了电网的实时可靠运行；
- ADI针对电力应用提供系统级的混合信号设计方案，简化了设计复杂性并缩短了产品设计周期；
- ADI通过创新和增加信号处理集成度帮助用户降低了系统成本。

- 系统级连接能力: RS-232、RS-485、Ethernet、CAN、USB.....多数情况下，通信接口还要求隔离(\geq 500V)
- 稳定可靠性要求，如过压保护、EMC/EMI、工业级工作温度范围、使用寿命长.....
- 为开发低压设备，设计人员通常需要考虑不同的系统要求，包括信号动态范围，精度，带宽，通道数，隔离，实时处理，成本和可靠性

- 低压系统: 1 kV、380 V、220 V

| | ADI方案 |
|-------|---|
| 放大器 | OP2177/OP4177/AD8672/AD8674/ADA4077-2/AD8602/AD8604/AD8608 |
| ADC | AD7606/AD7607/AD7658-1/AD7689/AD7327/AD7490/ADE7878 |
| 基准电压源 | ADR421/ADR431/ADR3425 |
| 处理器 | ADSP-BF51x/ADSP-21469 |
| 隔离 | 电源隔离: ADuM5000 信号隔离: ADuM141x |
| DAC | AD5422 |
| 接口 | RS-485: ADM487E/ADM2587E RS-232: ADM3251E 隔离CAN: ADM3053 隔离USB: ADuM4160 |
| 电源管理 | LDO: ADP125 DC-to-DC: ADP1612/ADP2301/ADP5034 电源监控器: ADM6710 |

| | ADI方案 |
|-------|---|
| 放大器 | AD8602/AD8604/AD8608/AD8618/AD8666 |
| 基准电压源 | ADR3425 |
| 处理器 | ADSP-BF506F/ADuC702x |
| 隔离 | 电源隔离: ADuM5000 信号隔离: ADuM141x |
| DAC | AD5422 |
| 接口 | RS-485: ADM487E/ADM2587E RS-232: ADM3251E 隔离CAN: ADM3053 隔离USB: ADuM4160 |
| 电源管理 | LDO: ADP125 DC-to-DC: ADP5034 电源监控器: ADM6710 |

主要产品

| 产品型号 | 描述 | 主要特性 | 优势 |
|-----------------------|---------------------|--|---|
| 放大器 | | | |
| OP2177/OP4177 | 精密低噪声运放 | $V_{os} = 60 \mu V$ (最大值), 温漂 = $0.7 \text{ mV}/^\circ\text{C}$, $V_{noise} = 8 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ @ 1 kHz, $V_{supply} = \pm 2.5 \text{ V}$ 至 $\pm 15 \text{ V}$ | 低噪声、低失调和失调漂移、无相位反转 |
| ADA4077-2 | 精密低噪声运放 | $V_{os} = 25 \mu V$ (B级), 温漂 = $0.15 \mu V}/^\circ\text{C}$, $V_{noise} = 8 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{supply} = \pm 2.5 \text{ V}$ 至 $\pm 15 \text{ V}$ | 极低失调电压漂移和低输入偏置电流 |
| AD8604 | 精密CMOS单电源运放 | $V_{os} = 500 \mu V$ (最大值), $V_{supply} = 2.7 \text{ V}$ 至 5.5 V , 带宽: 8 MHz | 轨到轨输入输出、低成本、4个放大器 |
| ADC | | | |
| AD7490 | 16通道12位非同步采样ADC | 0至 $V_{REF}/2 \times V_{REF}$ 单极性单端模拟输入, SPI接口, 1 MkSPS, SINAD > 69 dB | 低成本16通道12位ADC |
| AD7689/AD7699 | 8通道16位非同步采样ADC | 0至 V_{REF} 单极性/差分模拟输入, SPI接口, 250 kSPS (AD7689)/500 kSPS (AD7699), SINAD = 92.5 dB | 8通道16位ADC, 低成本 |
| AD7606/AD7607 | 8通道16/14位同步采样ADC | 真双极性模拟输入范围: $\pm 10 \text{ V}$, $\pm 5 \text{ V}$, 5 V模拟单电源, 2.3 V至+5 V VDRIVE, 1 M Ω 模拟输入阻抗, 模拟输入箝位保护 | 8通道同步采样, 5 V单电源 |
| 基准电压源 | | | |
| ADR421 | 基准电压源 | 初始精度 $\leq 0.05\%$, 温漂 $\leq 3 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$, 高输出电流: 10 mA, 不同输出电压选项 2.5 V, 低噪声(0.1 Hz至10.0 Hz): $1.75 \mu V_{p-p}$ @ 2.5 V输出 | 高性能(3 ppm), 高输出电流: 10 mA |
| ADR3425 | 基准电压源 | 初始精度: $\pm 0.1\%$ (最大值), 温度系数: $8 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ (最大值), 工作温度范围: -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$, 输出电流: +10 mA源电流/ -3 mA吸电流 | 低成本, SOT23封装, 10 mA源电流和 3 mA吸电流 |
| 处理器 | | | |
| ADSP-BF51x | DSP | 300 MHz/400 MHz DSP, 116 kB片内RAM, 片内RTC, 以太网MAC (10/100), 支持IEEE 1588 | 400 MHz DSP, 支持IEEE 1588 |
| ADSP-BF506F | 嵌入式ADC DSP | 300 MHz/400 MHz Blackfin内核, 嵌入式12位ADC和4 MB闪存, 6对PWM输出和多个接口 | 12位ADC和300 MHz以上内核 |
| ADuC702x | 精密模拟微处理器 | 41 MHz ARM7内核和嵌入式12位ADC, 3对PWM输出, 32 kB或64 kB闪存 | 内置嵌入式12位ADC的处理器 |
| 隔离 | | | |
| ADuM5000/ ADuM6000 | 隔离dc-to-dc | 集成isoPower®的隔离式dc-to-dc转换器, 最高500 mW输出功率, 热过载保护 | 隔离dc-to-dc |
| ADuM141x | 四通道数字隔离器 | 高数据速率: dc至10 Mbps (NRZ), 高共模瞬变抗扰度: $> 25 \text{ kV}/\mu\text{s}$, 低工作功耗, 双向通信 | 使用寿命长, 通信方向易于选择 |
| 接口 | | | |
| ADuM2587E | 隔离式RS-485/RS-422收发器 | 半双工或全双工, 500 kbps, 5 V或3.3 V工作电压 | RS-485, 集成隔离式dc-to-dc转换器: $\pm 15 \text{ kV}$ ESD保护 |
| ADM3053 | 隔离CAN收发器 | 信号和电源隔离CAN收发器, 符合ISO 11898标准, 数据速率高达1 Mbps | CAN总线接口, 集成隔离式dc-to-dc转换器 |
| 电源管理 | | | |
| ADP5034 | 多路输出DC-DC调节器 | 2个1.2 A降压调节器和2个300 mA LDO, LFCSP封装, 降压调节器效率高达96% | 4通道输出PMU, 单器件电源链解决方案 |
| ADP1612 | 升压调节器 | V_{in} 1.8 V至5.5 V, V_{out} 可调至最高20 V, 1.4 A | 1.4 A升压dc-to-dc, 引脚可选的PWM频率: 650 kHz或1.3 MHz, 软启动 |
| ADP2301 | 降压开关调节器 | V_{in} 3.0 V至20 V, 输出电压0.8 V至 $0.85 \times V_{in}$, 1.2 A, 效率高达91%, 电流模式控制架构 | 集成高端MOSFET, 集成自举二极管, 内部补偿和软启动 |

针对电能管理的Circuits from the Lab™实验室电路

实验室电路是经过特别设计和测试的子系统级构建模块, 方便设计人员轻松快捷地实现系统集成。

- 基于16位8通道DAS AD7606的可扩展多通道同步采样数据采集系统(DAS)的布局考虑(CN0148)—www.analog.com/zh/CN0148
- 具有84 dB SNR和出色的通道间匹配性能的低成本、8通道、同步采样数据采集系统(CN0175)—www.analog.com/zh/CN0175
- 24位、4通道、高动态范围、每通道156 kSPS同步采样数据采集系统(CN0157)—www.analog.com/zh/CN0157
- 半双工、隔离式RS-485接口(CN0031)—www.analog.com/zh/CN0031

欲查看更多实验室电路, 请访问: www.analog.com/zh/circuits

低压配电系统参考设计



主要特性

- 2 × AD7606用作模拟前端, 不使用放大器
- ADSP-BF51x可以同时运行RTOS、保护算法和通信堆栈
- ADSP-BF518支持数字变电站应用所要求的IEEE 1588
- 免费提供原理图、PCB、软件(操作系统、驱动等)和文档

(由ADI第三方合作伙伴北京亿旗创新科技发展有限公司设计)

欲了解有关ADI公司能源应用和产品的更多信息, 请访问: www.analog.com/zh/energy