

“ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ИЗМЕРЕНИЯ RMS ЗНАЧЕНИЙ ПОЛНОЙ И АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПЛАТФОРМЕ STM32”

Автор: Назипов Р.Р. ЗИТТм-1-19
Науч.рук.к.т.н. Ситников С.Ю.

Аннотация

В докладе рассмотрен программно-аппаратный комплекс (ПАК) измерения True RMS значения тока и напряжения на платформе STM32 для возможности модернизации электроподстанций ООО “Сетевая компания”



Актуальность



Цифровизация экономики

Будущее



Индустрия 4.0



Домашняя автоматизация



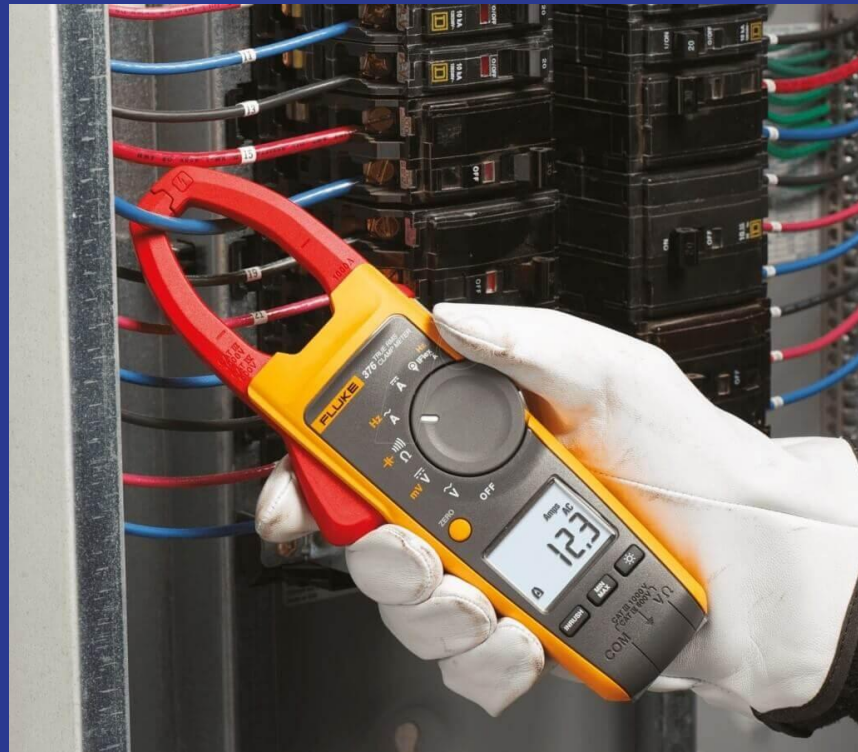
Интернет вещей

Проблемы измерения

RMS – «*root mean square*»

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} (x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2)}$$

Формула среднеквадратичное значение тока



Зависимость RMS значений от типа нагрузки

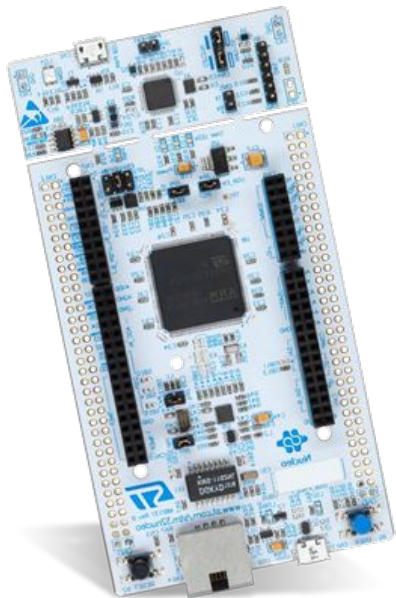
Класс прибора	Тип нагрузки / формы кривой			
	<i>линейная нагрузка (синусоида)</i>	<i>ШИМ (меандр)</i>	<i>однофазный диодный выпрямитель</i>	<i>трёхфазный диодный выпрямитель</i>
RMS	корректно	завышение на 10%	занижение на 40%	занижение 5%...30%
True RMS	корректно	корректно	корректно	корректно

Выбор микроконтроллера

Для вычислений в нашем портативном аппаратном комплексе будет использоваться современная высокопроизводительная 32-разрядная платформа STM32, построенная на микроконтроллере с архитектурой **ARM Cortex-M3**

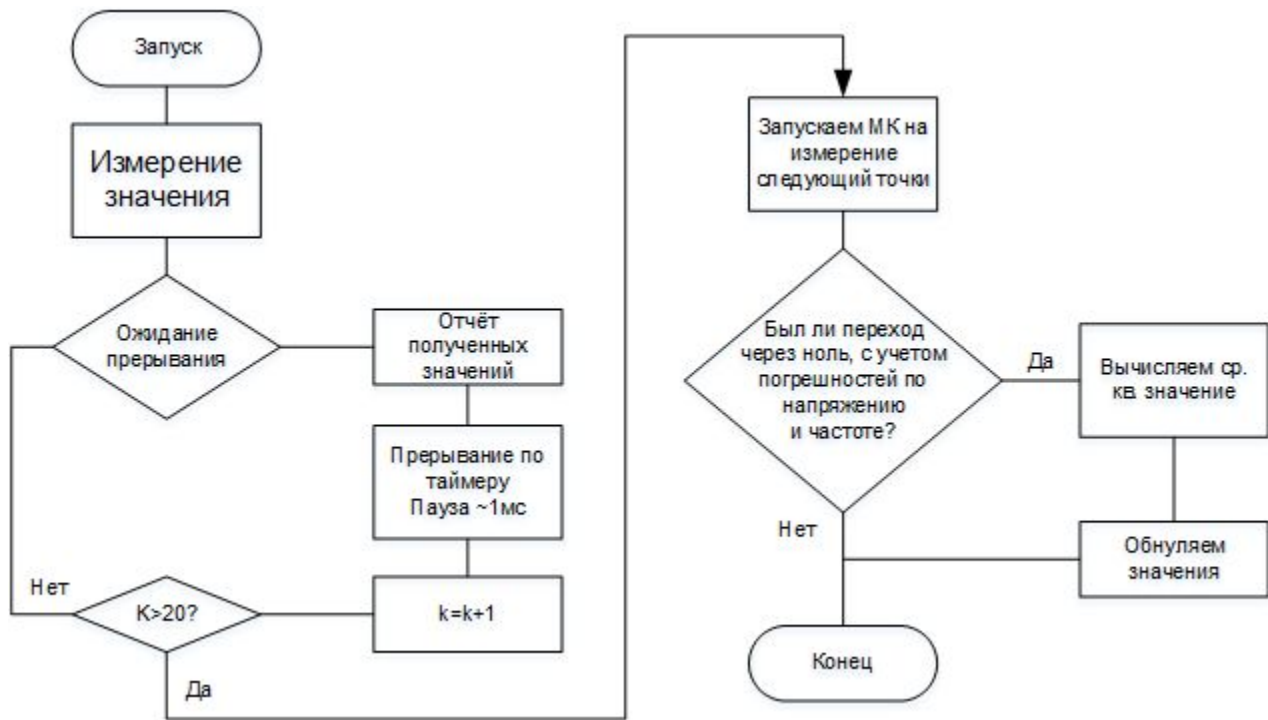


Особенности платформы STM32:



- **Универсальность**
- **Комфорт для разработчиков**
- **Большой выбор библиотек**
- **Диапазон температур от -40 до 85 °C**
- **Высокая производительность**
- **Низкое энергопотребление**
- **Удобство программирования м.к.**

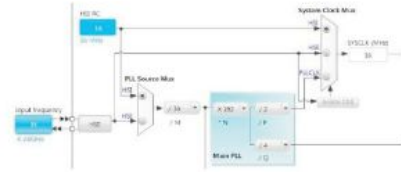
Блок схема проверки True RMS значений микроконтроллером



Функционал STM32CubeIDE



Pin Wizard

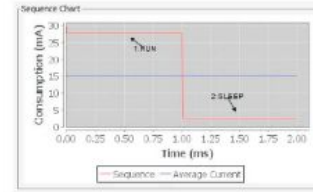


Clock Wizard

Basic Parameters	
Baud Rate	115200 Baud
Word Length	8 Bits (Including Parity)
Parity	None
Stop Bits	1
Advanced Parameters	
Data Direction	Receive and Transmit
Over Sampling	16 Samples

Baud Rate:
BaudRate must be between 110 Baud/s and 10.5 MBit/s.

Peripheral and
middleware Wizard



Power consumption Wizard



STM32CubeMX



Генерация C-кода



Программа компилятора

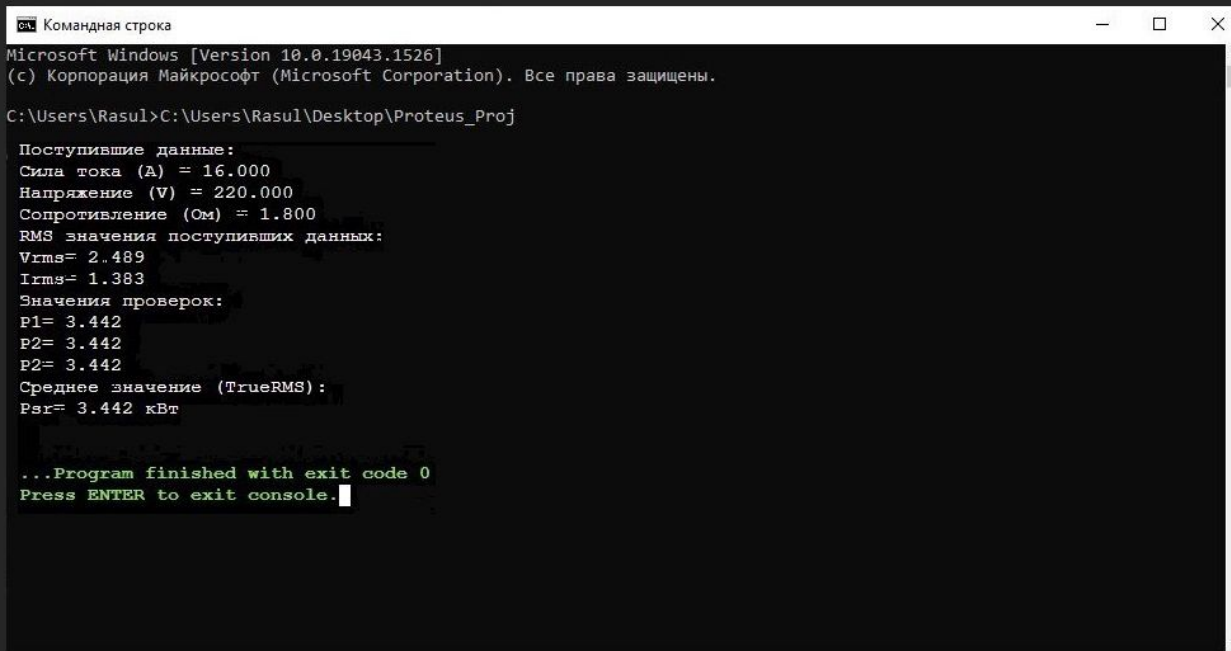
Функция True RMS

```
float func_Psr (float x, float y, float R, float Psr )
{
    float Vrms; // Значение эффективного
напряжения
    float Irms; // Среднеквадратичное значение
тока
    // Вычисления RMS значений из
поступивших данных
    Vrms = x/sqrt(2);
    Irms = Vrms/R;
    //Вывод данных на консоль
printf ("Vrms=%.3f\n", Vrms);
printf ("Irms=%.3f\n", Irms);

    // Проверка тремя разными способами
активной мощности
    float P1 = Vrms * Irms;
    float P2 = (pow(Vrms,2)) / R;
    float P3 = (pow(Irms,2)) * R;
    // Вывод полученных результатов
printf ("P1=%.3f\n", P1);
printf ("P2=%.3f\n", P2);
printf ("P2=%.3f\n", P3);
    // Вычисление True RMS значения
    Psr = sqrt( (pow(P1,2)+pow(P2,2)+pow(P3,2)) /
3);
    // Вывод True RMS на консоль
printf ("Psr=%.3f\n", Psr);
return (Psr);
}
```

Программа компилятора

Пример работы



```
Командная строка
Microsoft Windows [Version 10.0.19043.1526]
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.

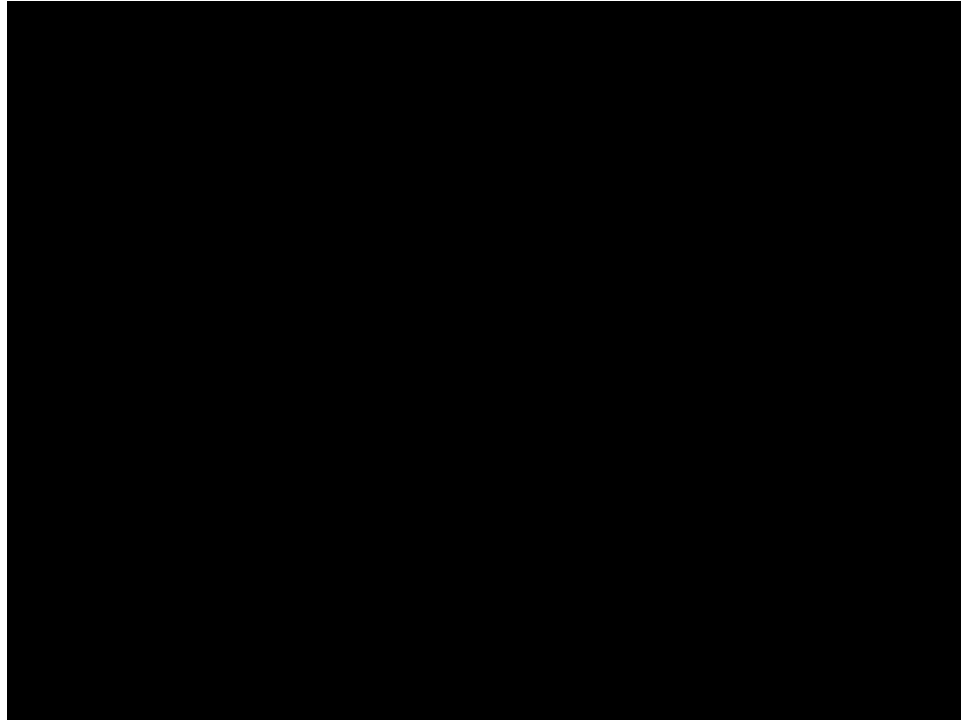
C:\Users\Rasul>C:\Users\Rasul\Desktop\Proteus_Proj

Поступившие данные:
Сила тока (A) = 16.000
Напряжение (V) = 220.000
Сопротивление (Ом) = 1.800
RMS значения поступивших данных:
Vrms= 2.489
Irms= 1.383
Значения проверок:
P1= 3.442
P2= 3.442
P2= 3.442
Среднее значение (TrueRMS):
Pr= 3.442 кВт

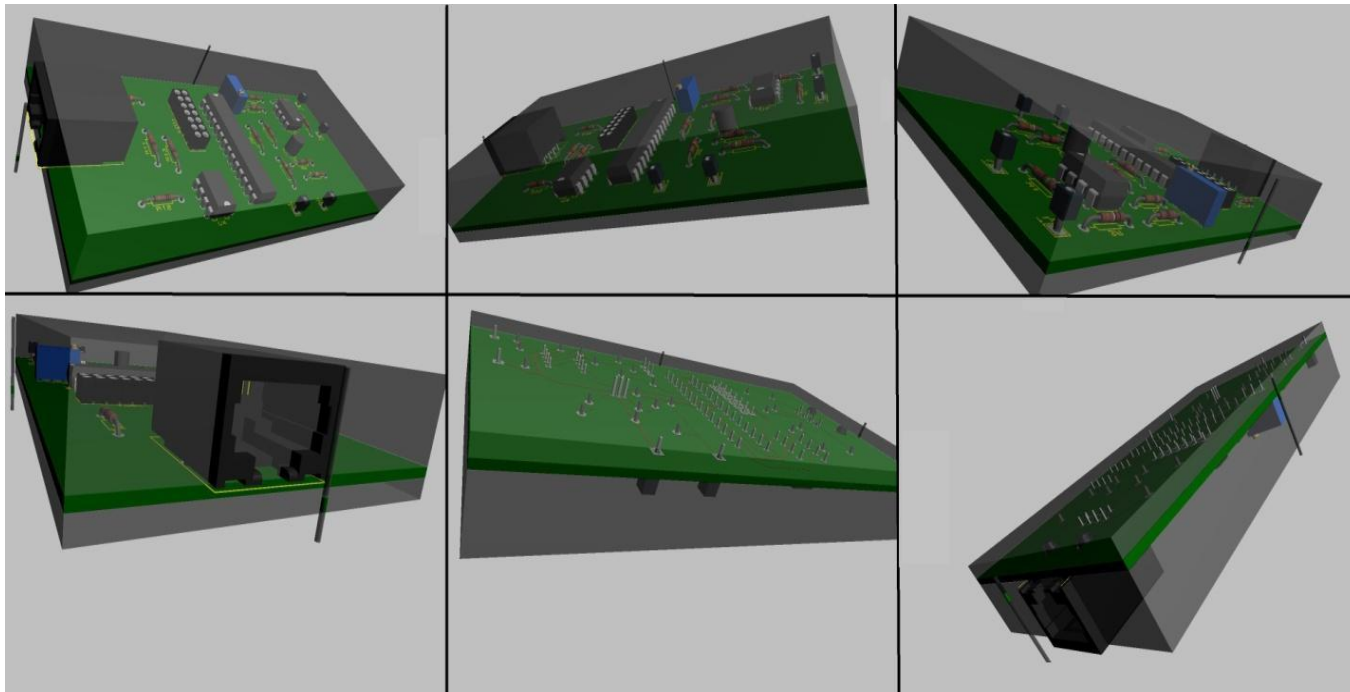
..Program finished with exit code 0
Press ENTER to exit console.
```

Принципиальная схема устройства

Пример работы

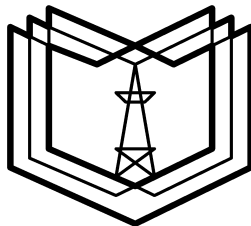


3D модель устройства



Габариты ПАК :

- Ширина: 52.7мм
- Длина: 102.7мм
- Высота: 15мм



КГЭУ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!