

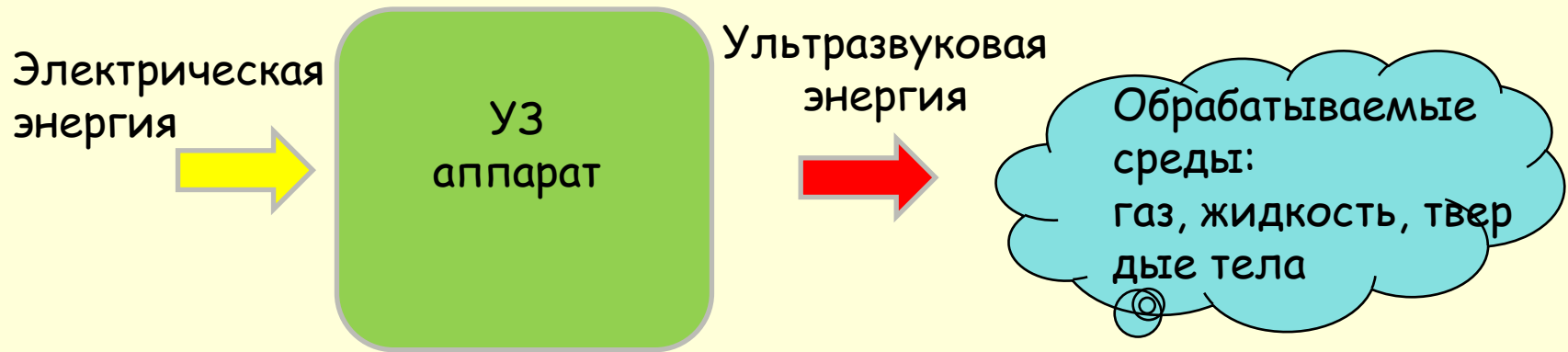
Center of ultrasonic technologies

# Электронные генераторы ультразвуковой частоты

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru), [www.u-sonic.com](http://www.u-sonic.com)

# Ультразвуковой аппарат

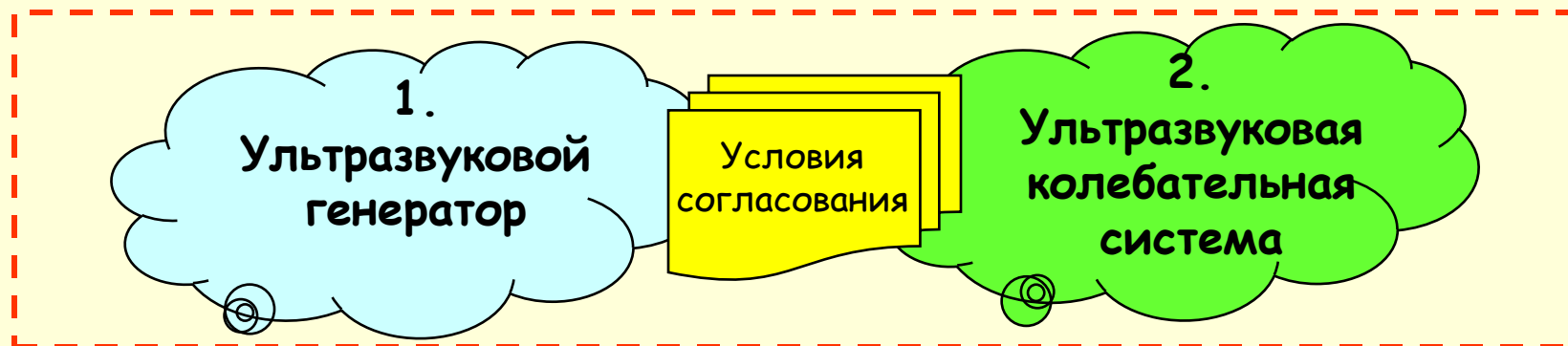
[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)



УЗ аппарат: устройство для преобразования электрической энергии в ультразвуковую.

# Два основных элемента ультразвукового аппарата

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)



- работа генератора на резонансной частоте ультразвуковой колебательной системы
- обеспечение достаточного напряжения на УЗ излучателе
- обеспечение электрического согласования электронного генератора с УЗ излучателем



- Параметры ультразвуковых колебательных систем:
1. Резонансная частота
  2. Добротность
  3. Импеданс на резонансной частоте
  4. Максимально предельная мощность

# Ультразвуковая колебательная система

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

## Основные элементы УЗ колебательных систем:

электромеханический преобразователь

**пьезоэлектрический тип**

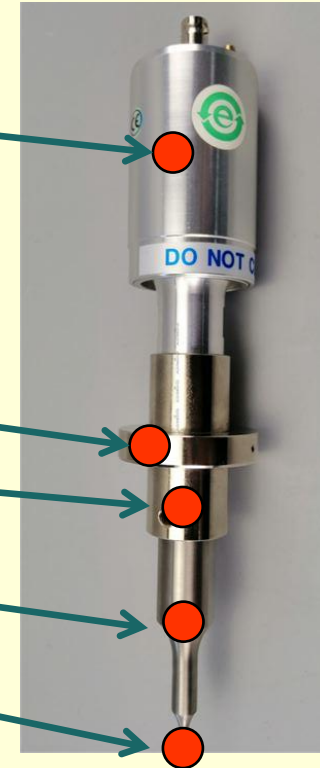
магнитострикционный тип

элементы крепления

волновод

концентратор

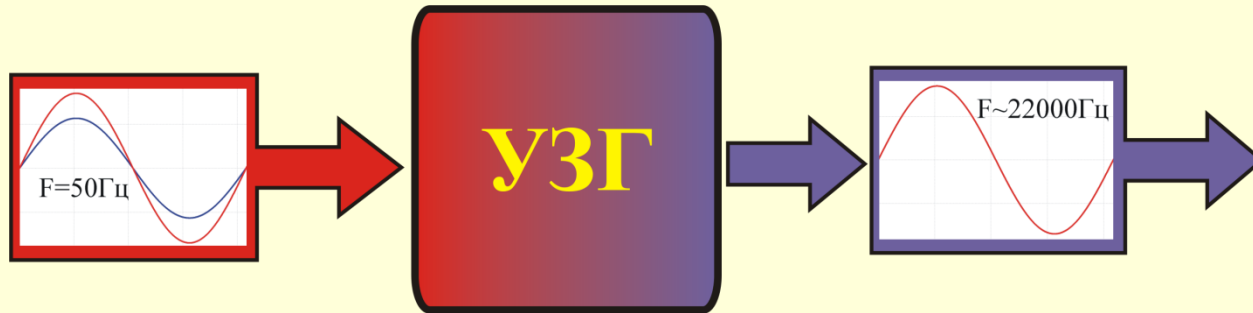
рабочее окончание



**УЗ колебательная система  
определяет все основные параметры  
ультразвуковых генераторов!!!**

# Ультразвуковой электронный генератор

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

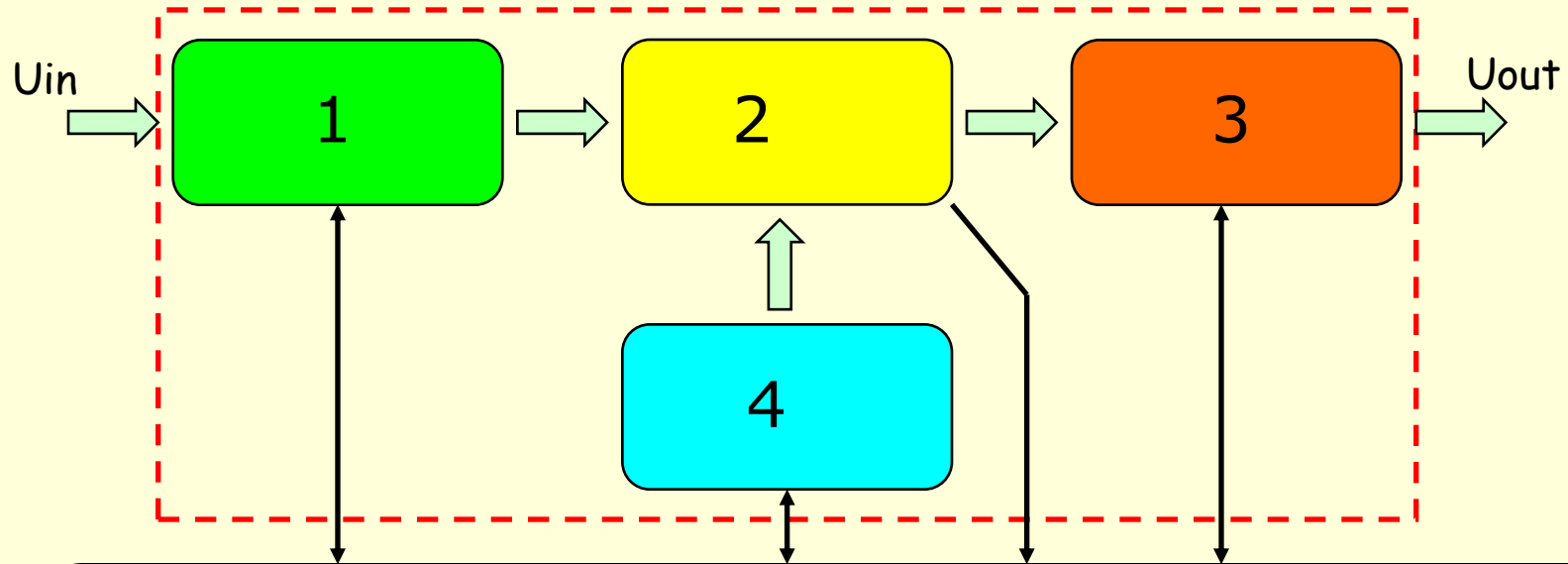


## Основные требования к электронным генераторам:

- обеспечение запаса по мощности.
- необходимый диапазон перестройки по частоте.
- возможность управления мощностью.
- возможность управления частотой.
- оптимальное согласование с УЗ излучателем.
- системы защиты от тепловых и электрических перегрузок.
- синусоидальная форма напряжения, питающего УЗ излучатель.

# Структура ультразвукового электронного генератора

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)



Система управления:

- ручная;
- автоматическая;
- автоматическая (на базе микропроцессора)

**1** Входные силовые цепи.

**2** ВЧ преобразователь.

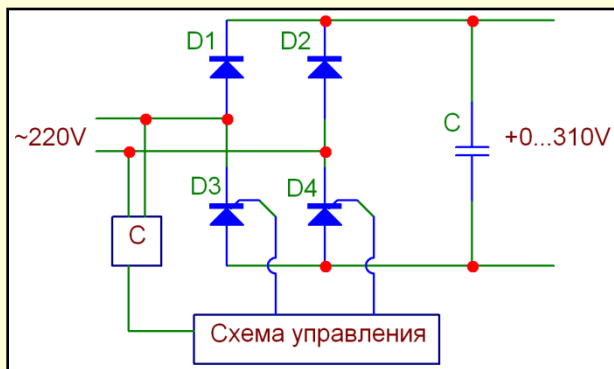
**3** Схема согласования.

**4** Управляемый низковольтный задающий генератор

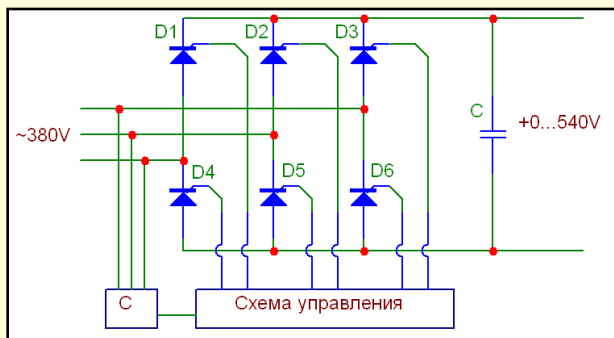
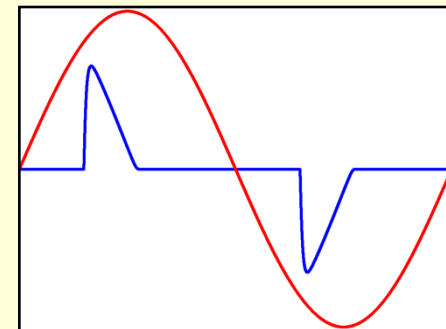
$U_{in}$ ,  $U_{out}$  - напряжение на входе и выходе генератора

# 1 Входные цепи ультразвуковых генераторов

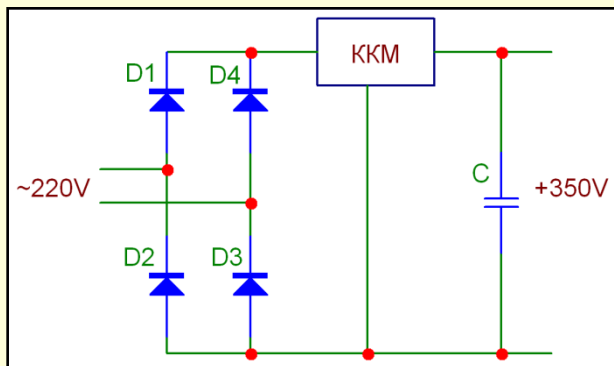
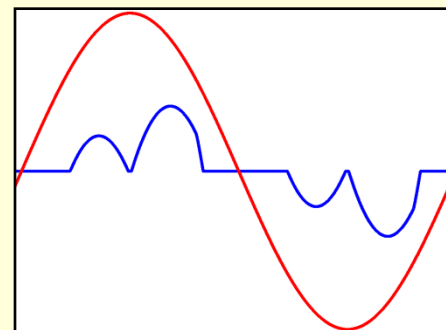
www.u-sonic.ru



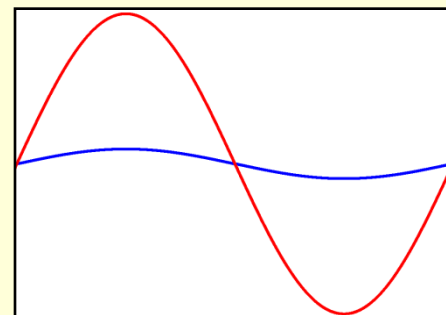
Однофазный управляемый выпрямитель





3-х фазный управляемый выпрямитель



Однофазный не управляемый выпрямитель с корректором мощности (PFC)

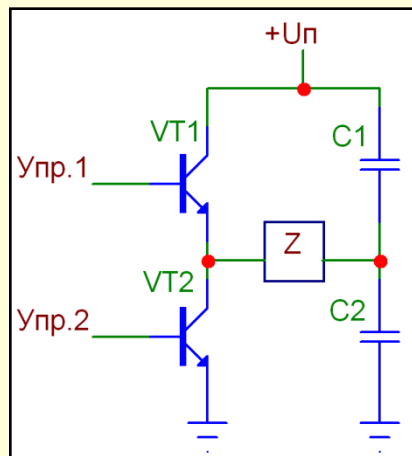


 - Входное напряжение  
 - Входной ток

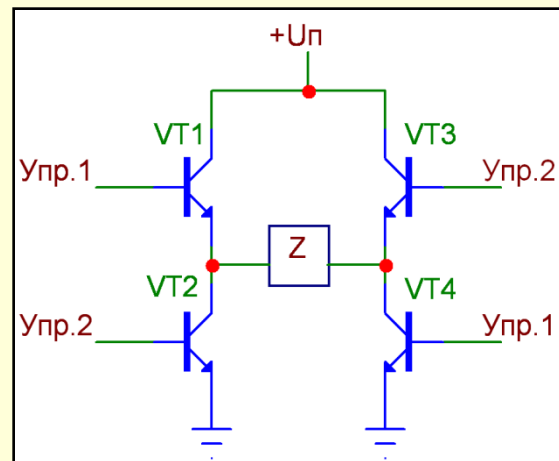
## 2 ВЧ преобразователь ультразвукового генератора

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

Полумостовая схема



Мостовая схема



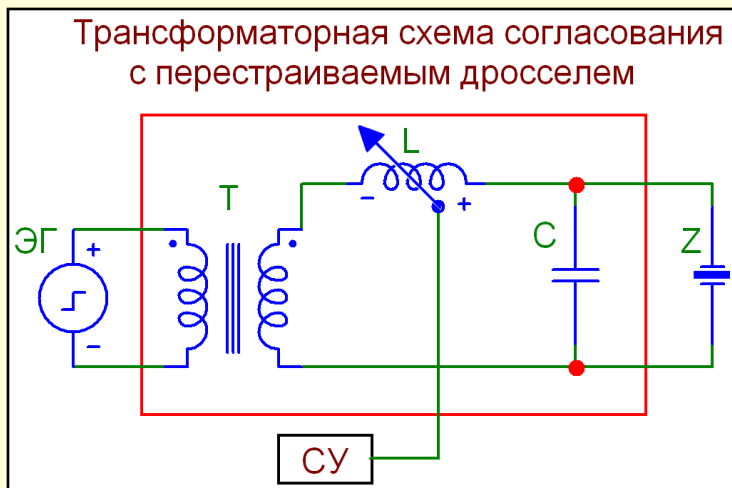
Z - ультразвуковая  
колебательная  
система

### Активные элементы ВЧ преобразователя

- дискретные биполярные транзисторы
- дискретные MOS feet транзисторы
- дискретные IGBT транзисторы
- IGBT транзисторы
- IPM модули

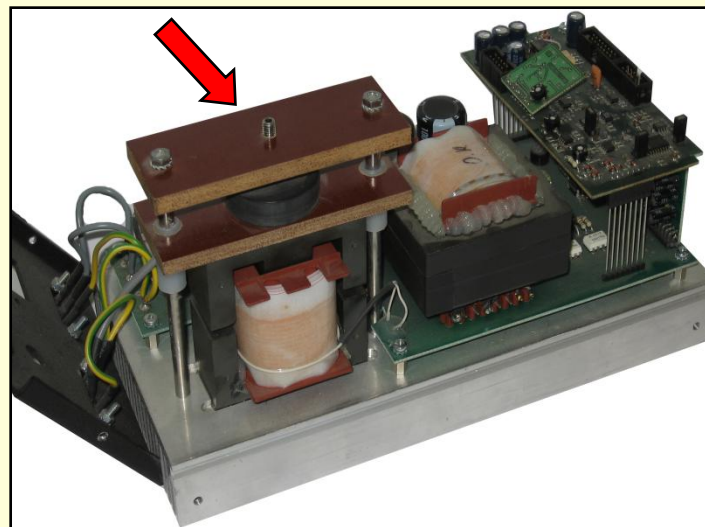
### 3 Цепи согласования генератора и УЗ излучателя

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

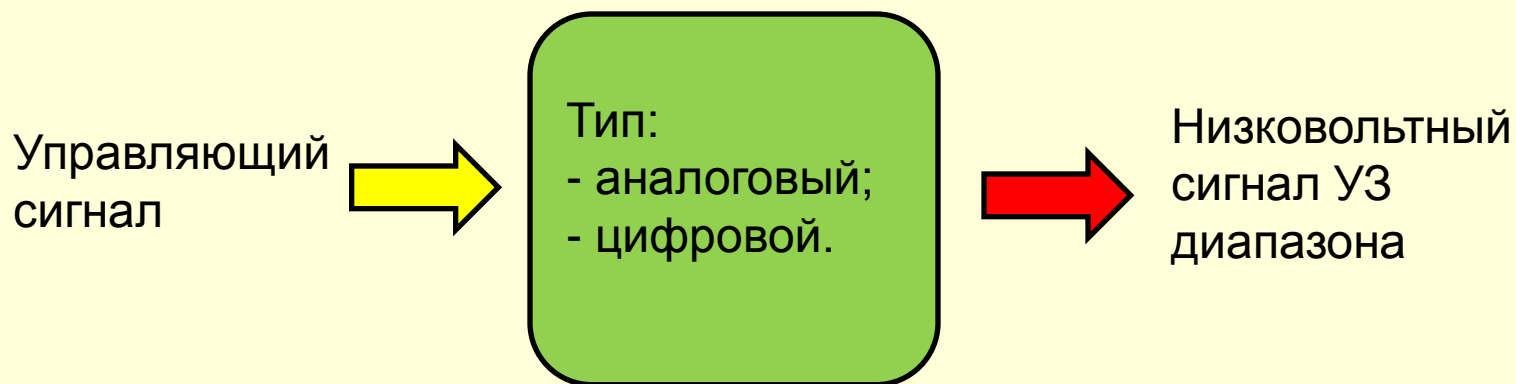


- СУ** - система управления параметрами элемента L
- ЭГ** - электронный генератор
- Z** - ультразвуковая колебательная система

Генератор «MasterSonic» с перестраиваемым вручную индуктивным элементом



Индуктивный элемент с подвижным сердечником, перемещаемым шаговым двигателем



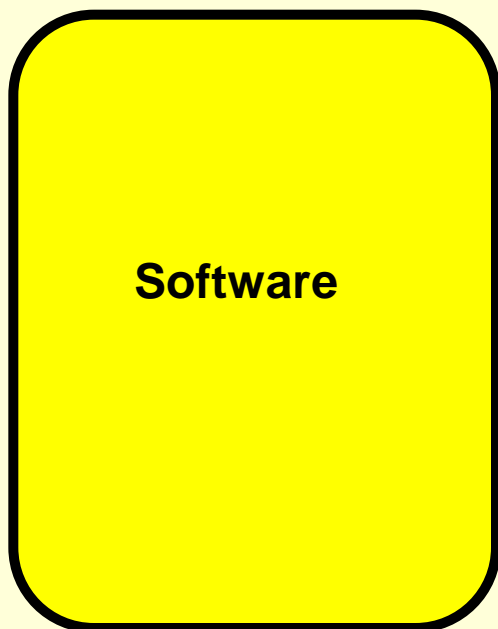
### Основные требования:

- возможность перестройки по частоте;
- требуемый диапазон перестройки по частоте.

# Система управления ультразвуковым генератором

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

Микроконтроллер  
(Atmel, **STM** )



## Функции управляющего микроконтроллера:

Управление мощностью.

Управление амплитудой колебаний.

Управление частотой:

- режим поиска резонанса;
- режим обнаружения «срыва» резонанса ;
- режим перезапуска;
- режим обнаружения механических неисправностей УЗ излучателя.

Режим контроля электрических перегрузок.

Связь с панелью управления.

Связь с внешними устройствами.

Координация работы всех элементов и систем УЗ генератора.

Другие функции.

# Дестабилизирующие факторы влияющие на работу ультразвуковых аппаратов

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)



# Основные системы и элементы ультразвуковых генераторов

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

---



# Области применения УЗ генераторов

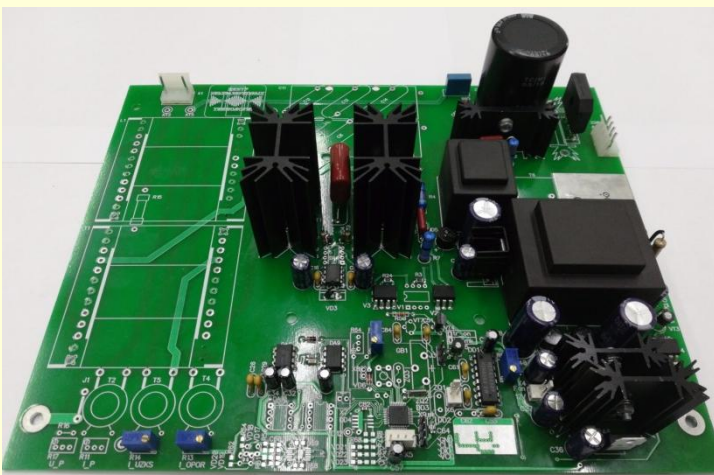
[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

Основные параметры УЗ генераторов	Ультразвуковые технологии		
	Газовые среды	Твердые среды	Жидкие среды
Частотный диапазон: до 140 кГц. Мощностной диапазон: до 5 кВт.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Разрушение пен</li><li>2. Коагуляция</li><li>3. Сушка</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Сверление</li><li>2. Сварка металлов</li><li>3. Сварка пластиков</li><li>4. Резка</li><li>5. Металлообработка</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Экстракция</li><li>2. Эмульгирование</li><li>3. Диспергирование</li><li>4. Обработка расплавов металлов</li><li>5. Ускорение химических реакций</li></ol>

# Основные функции электронной части УЗ генератора

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

## Main board



### Характеристики:

- Блок управления: микропроцессор;
- Тип микропроцессора: stm32f103;
- Система стабилизация амплитуды: задействована;
- Внешнее управление: задействовано;
- Система перезапуска при «потере» резонанса: задействована;
- Тип УЗ излучателя: пьезо;
- Источник питания : сеть переменного тока;
- Система автоматической подстройки частоты: задействована;
- Система контроля параметров УЗ излучателей: задействована;
- Система измерение мощности: задействована;

# Типы компоновки электронных генераторов

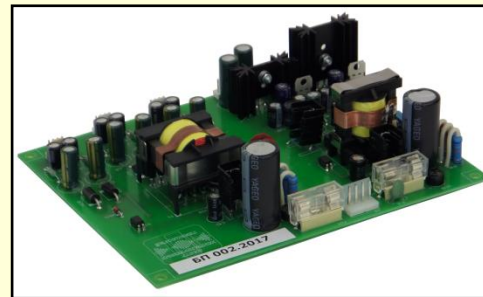
[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

## Одноплатные генераторы

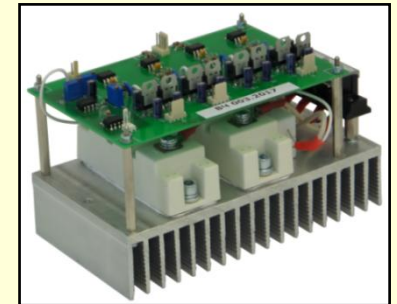


## Модульные генераторы

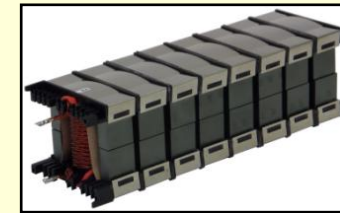
### Блок питания



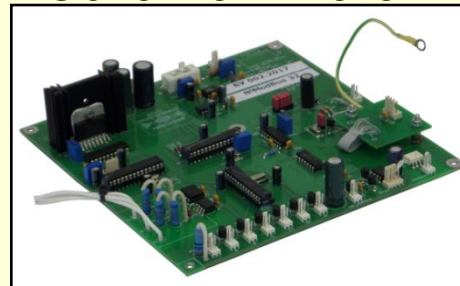
### ВЧ инвертор



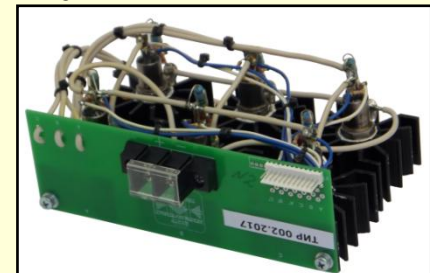
### Элементы согласования



### Основная плата



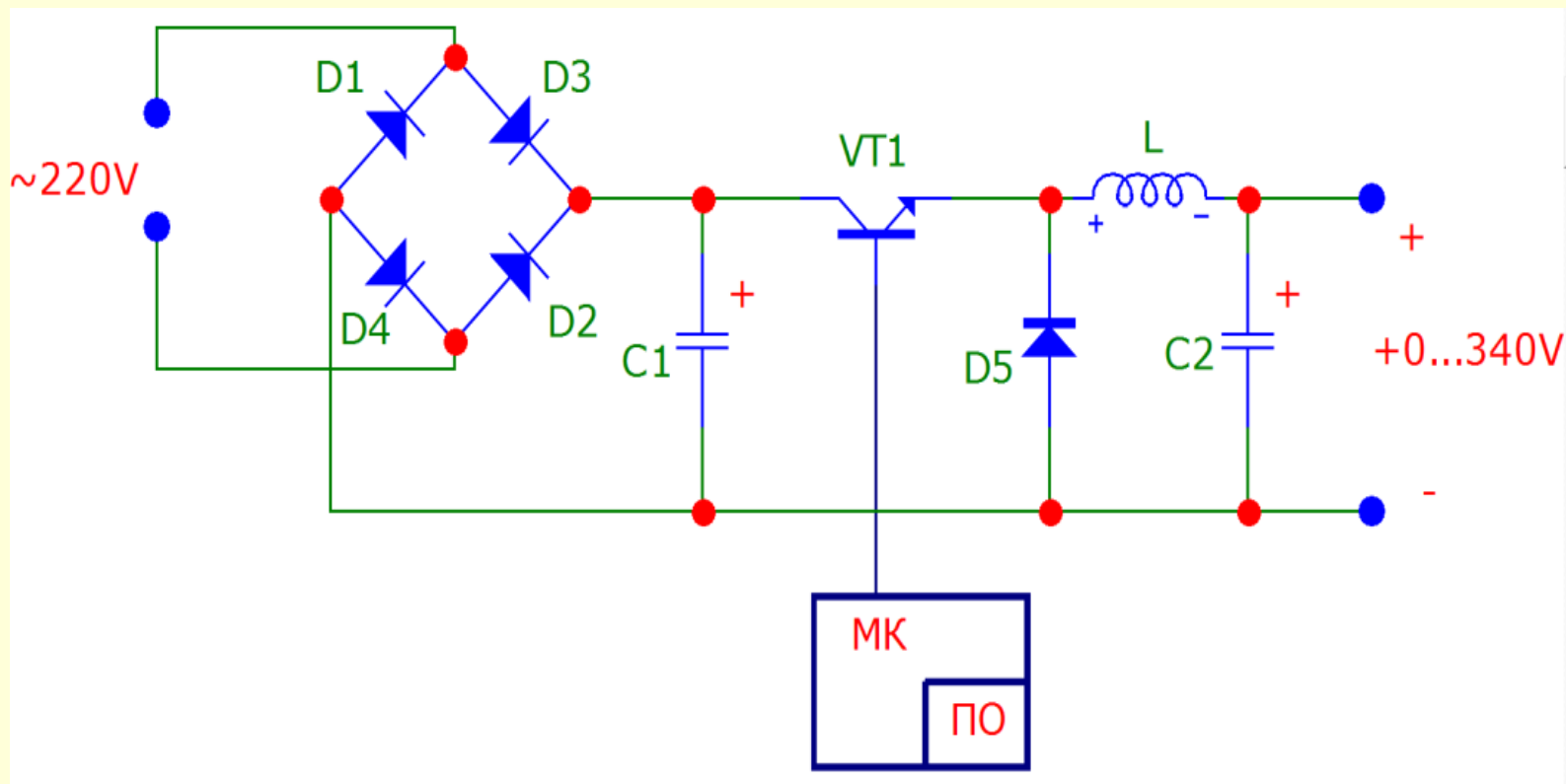
### Регулятор мощности



**Типовые  
схемотехнические  
решения основных  
блоков электронных  
генераторов**

# Чепперный регулятор мощности

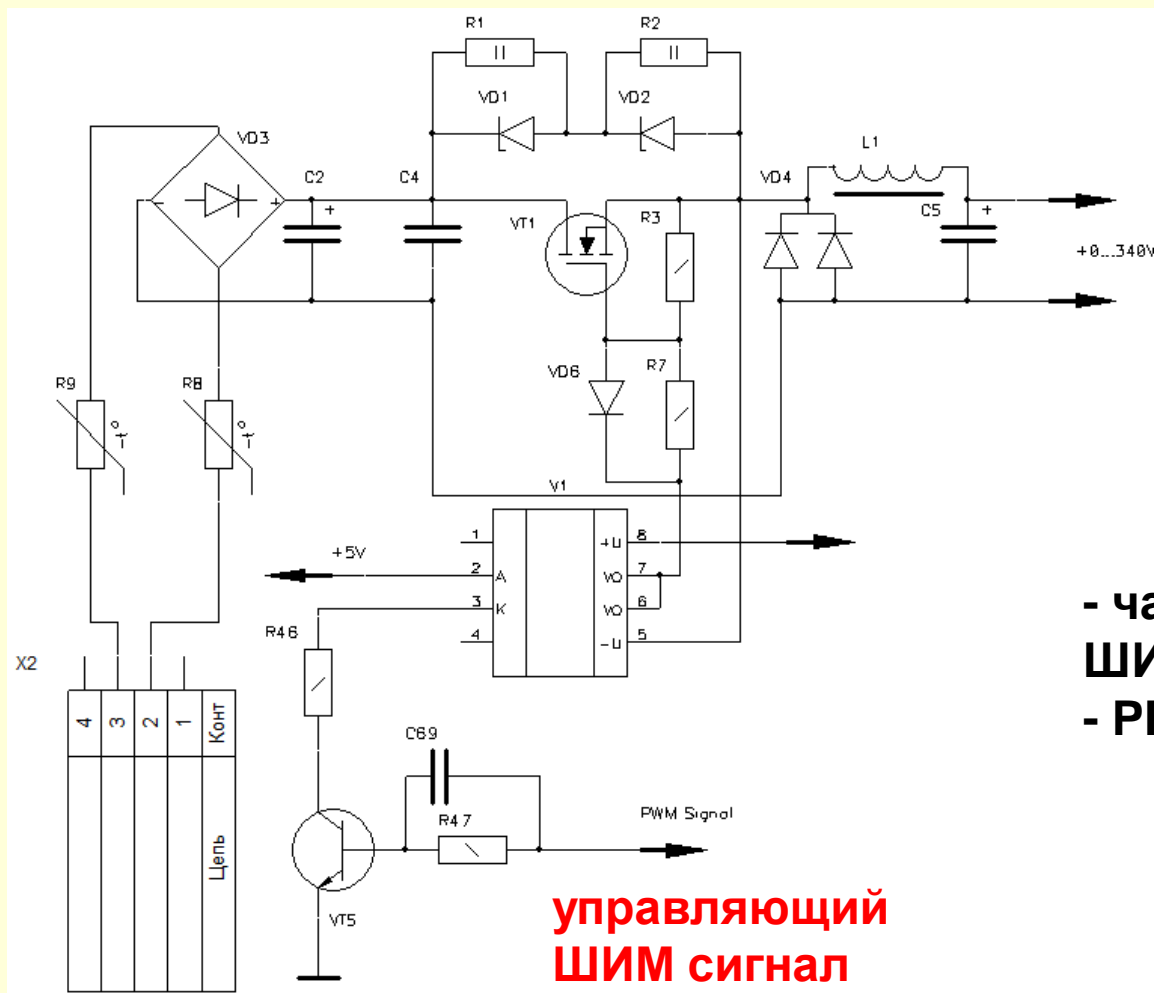
[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)



МК - микроконтроллер;  
ПО – программное  
обеспечение.

# Схема чепперного регулятора мощности

www.u-sonic.ru



к ВЧ инвертору УЗ генератора

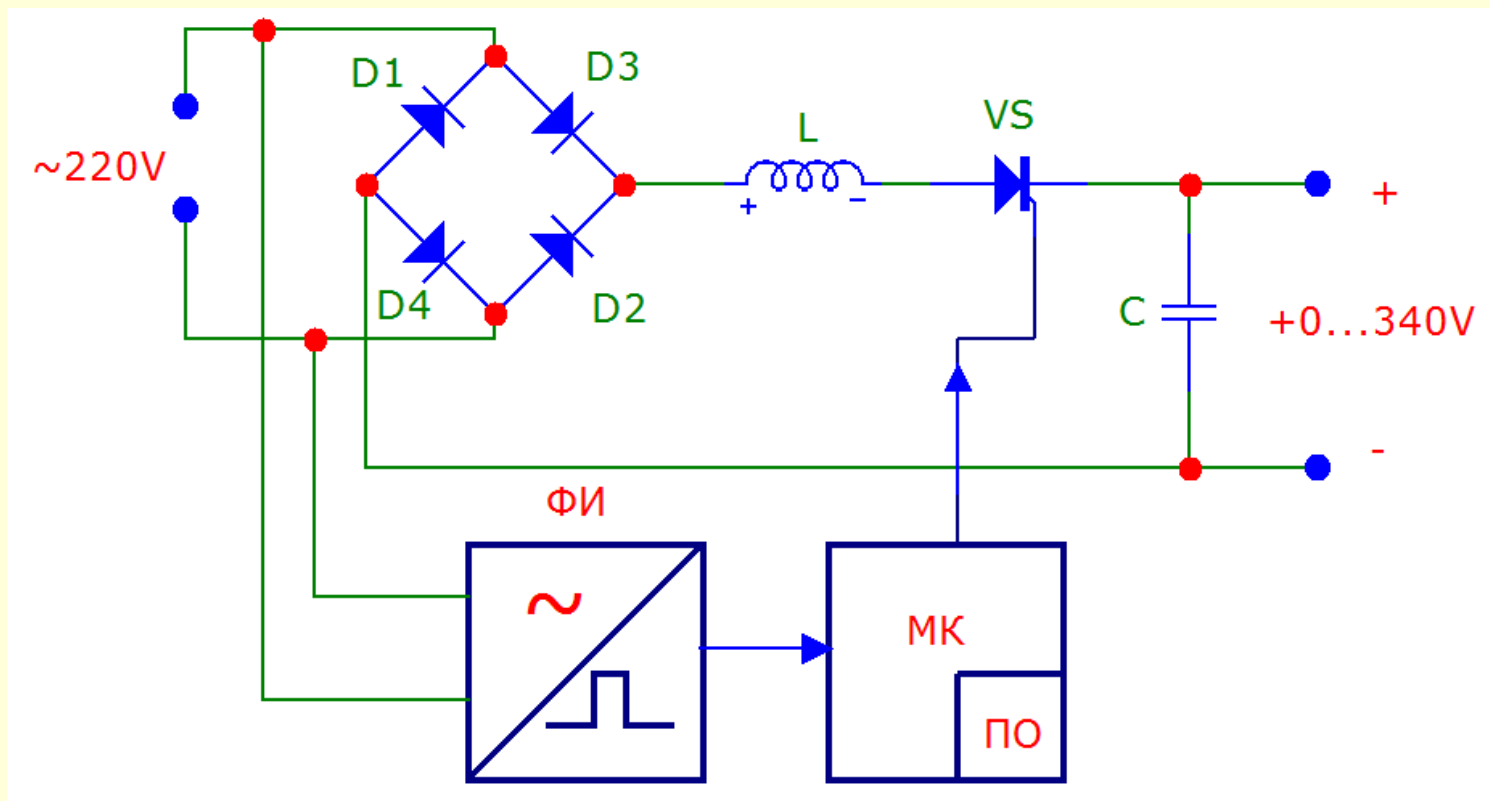
- частота управляющего ШИМ сигнала 60 кГц;  
- PFC=0.8.

управляющий ШИМ сигнал

к однофазной электрической сети

# Тиристорный регулятор мощности

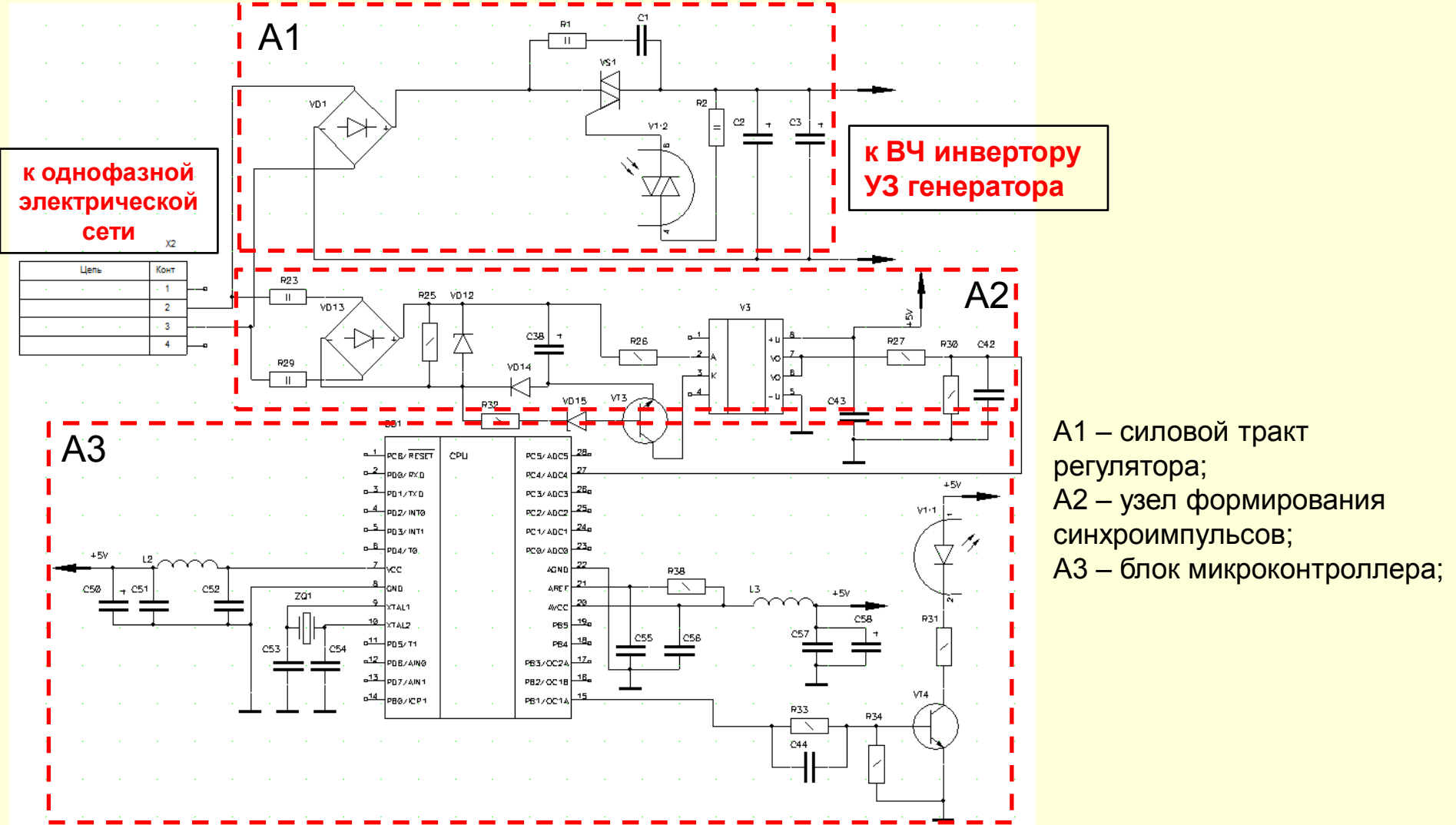
[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)



ФИ – формирователь  
синхроимпульсов;  
МК - микроконтроллер;  
ПО – программное обеспечение.

# Схема однофазного тиристорного регулятора МОЩНОСТИ

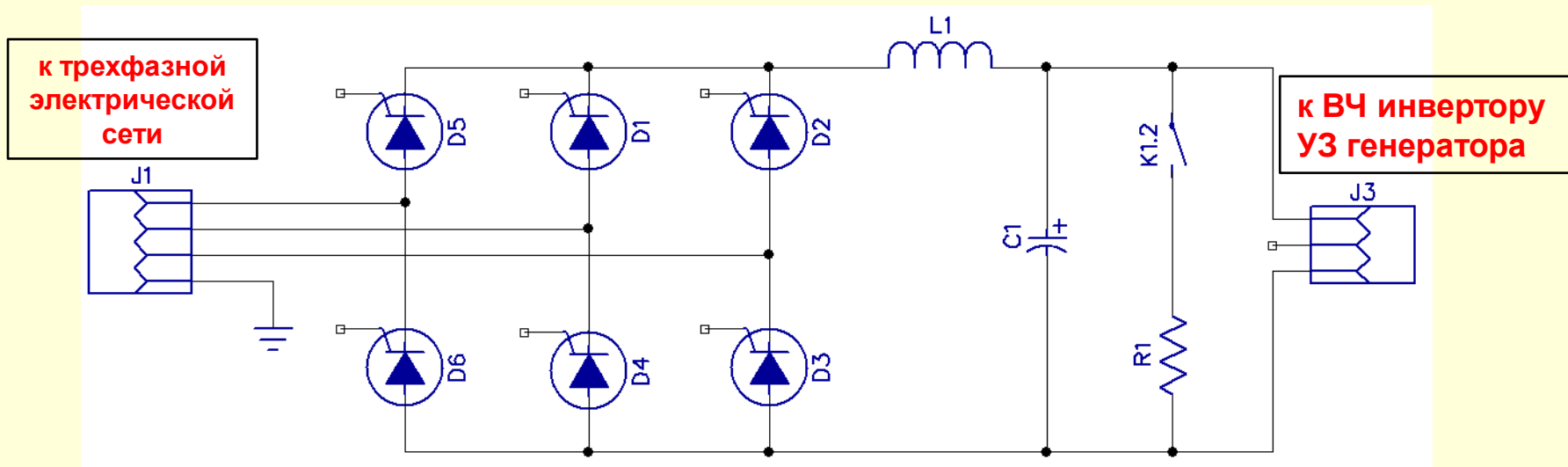
www.u-sonic.ru



A1 – силовой тракт регулятора;  
A2 – узел формирования синхроимпульсов;  
A3 – блок микроконтроллера;

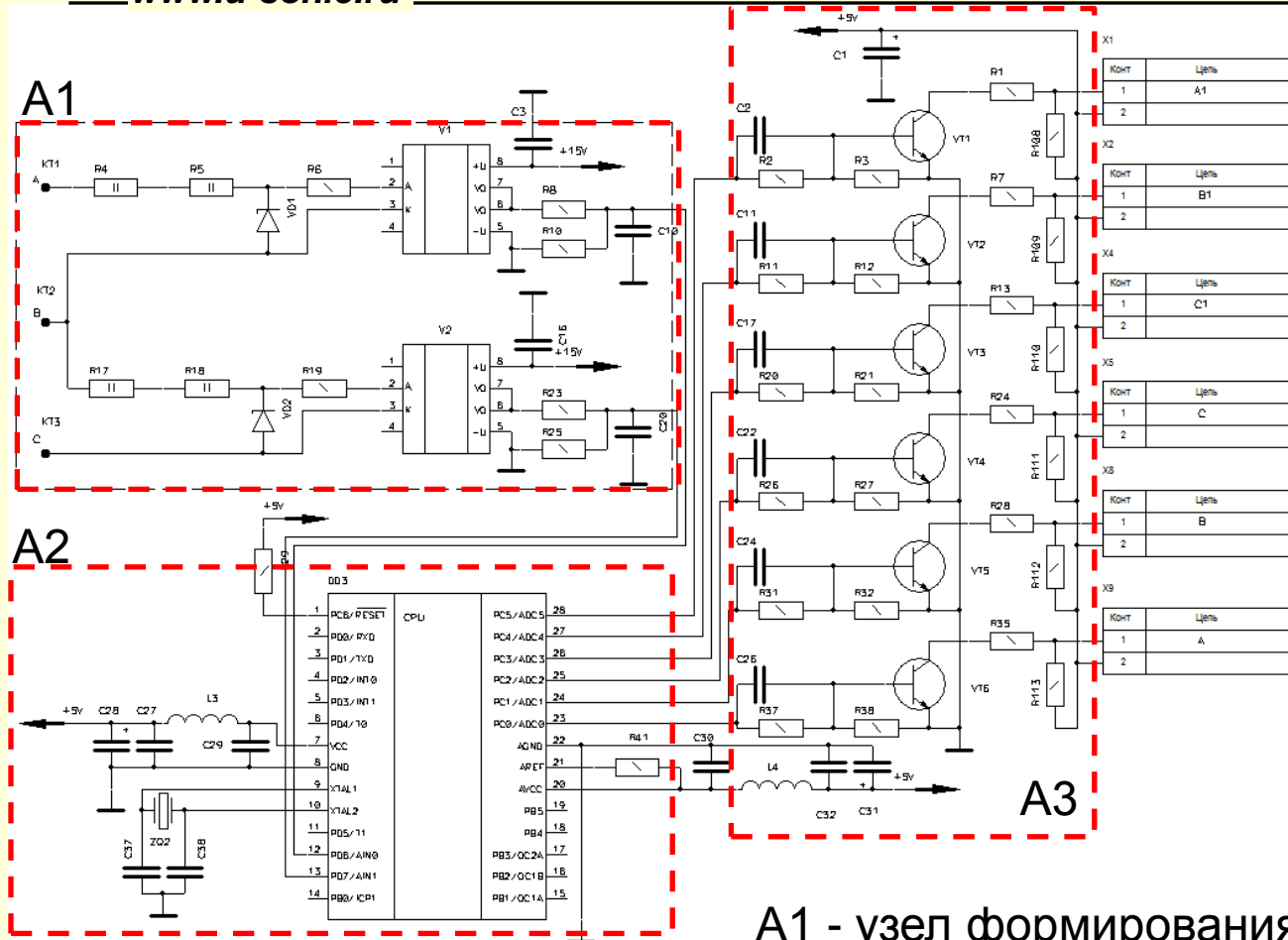
# Блок тиристорных ключей трехфазного регулятора мощности

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)



# Схема блока управления трехфазного регулятора МОЩНОСТИ

www.u-sonic.ru

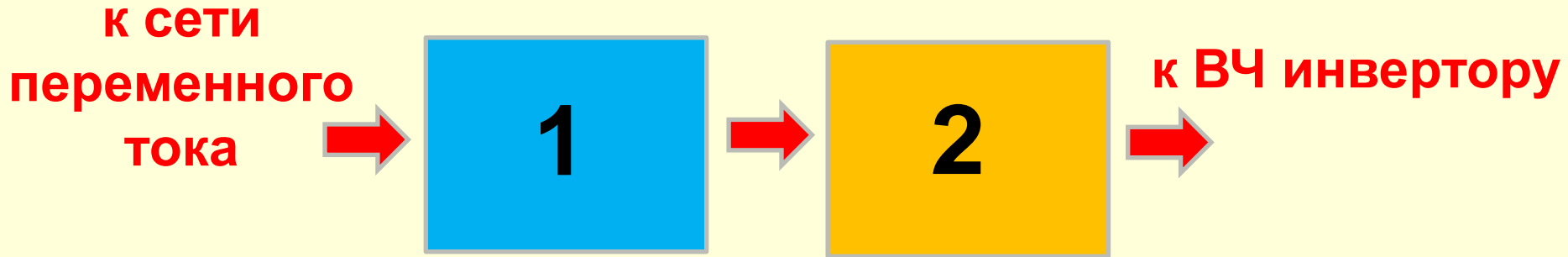


К тиристорным ключам  
регулятора мощности

A1 - узел формирования синхроимпульсов;  
A2 – блок микроконтроллера;  
A3 – блок ключей;

# Чепперный регулятор с корректором мощности

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

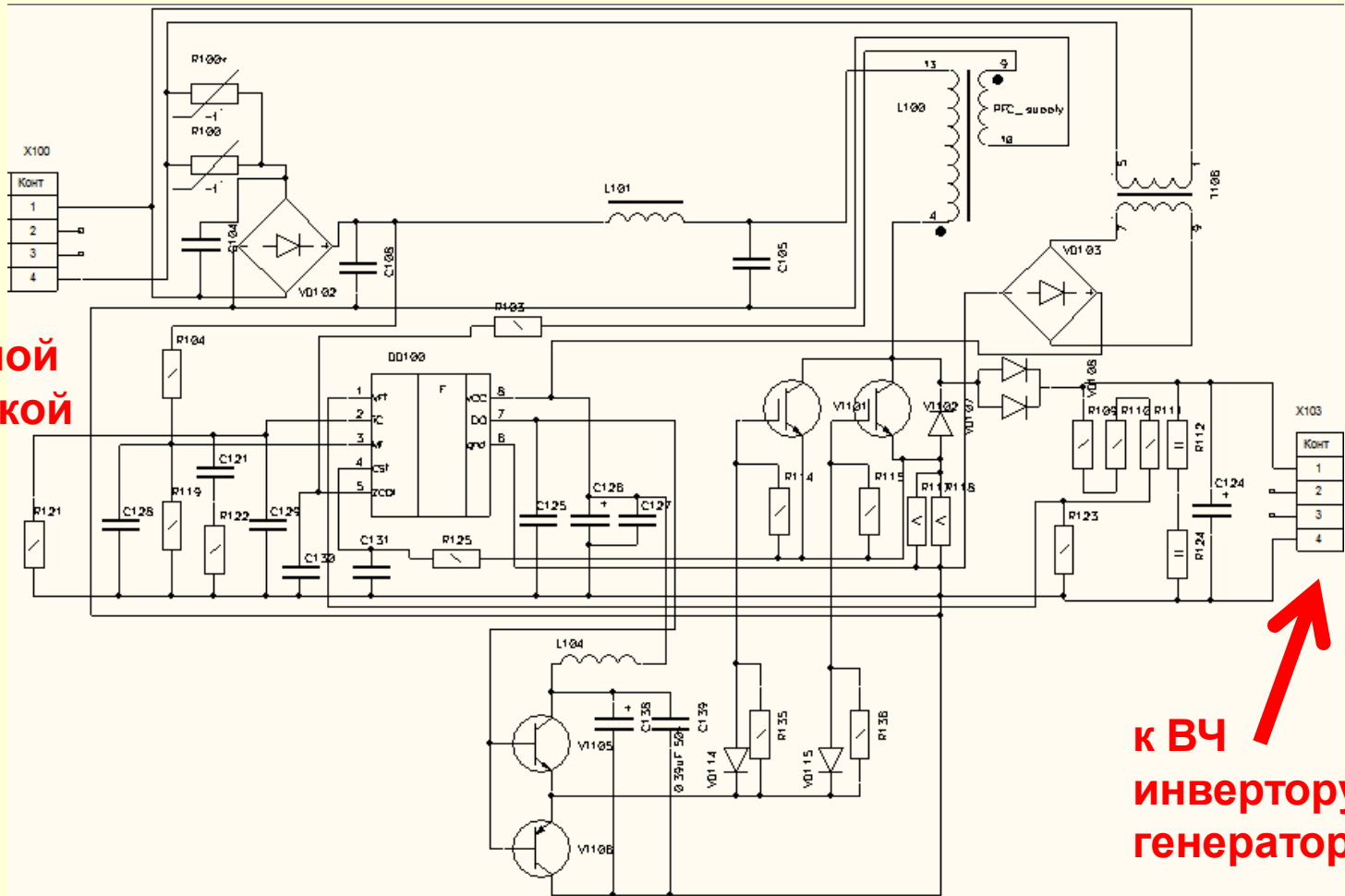


1 – корректор мощности;  
2- чепперный регулятор мощности;

- частота работы корректора мощности не более 90 кГц;
- частота ШИМ сигнала чепперного регулятора 60 кГц;
- PFC=0.99.

# Схема корректора мощности

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)



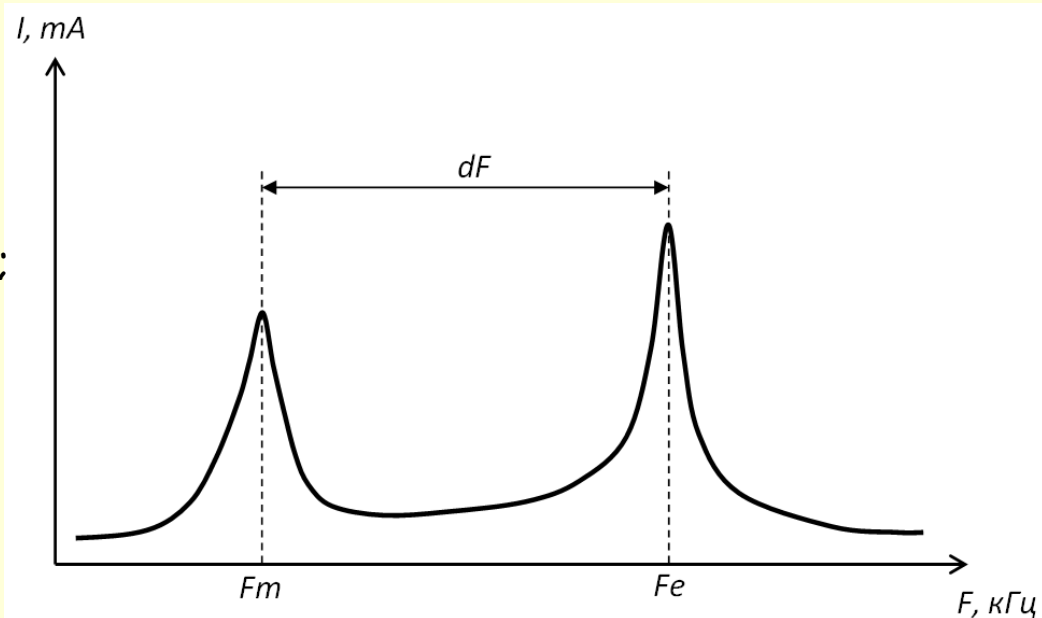
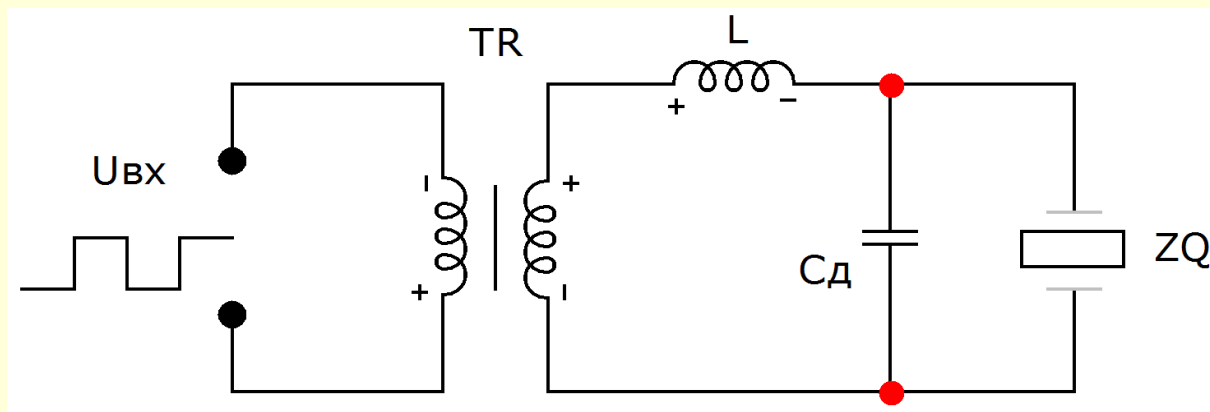
к однофазной  
электрической  
сети

к ВЧ  
инвертору УЗ  
генератора



# Схема согласования УЗ излучателя с выходом электронного генератора

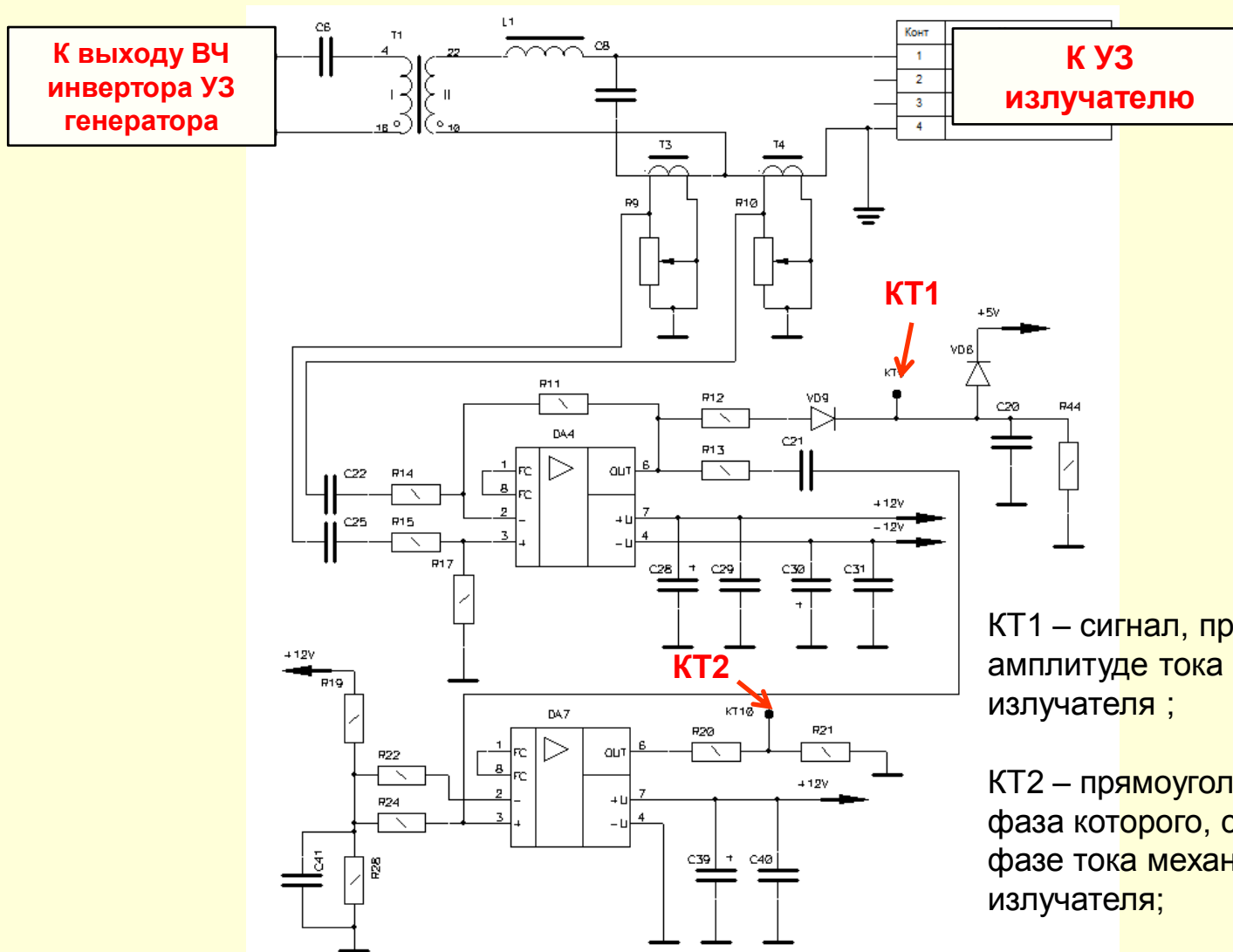
[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)



$L, C, TR$  - элементы согласующей цепи;  
 $ZQ$  - преобразователь УЗ излучателя;  
 $F_m$  - частота механического резонанса;  
 $F_e$  - частота электрического резонанса;

# Схема выделения сигналов обратной связи УЗ генератора

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

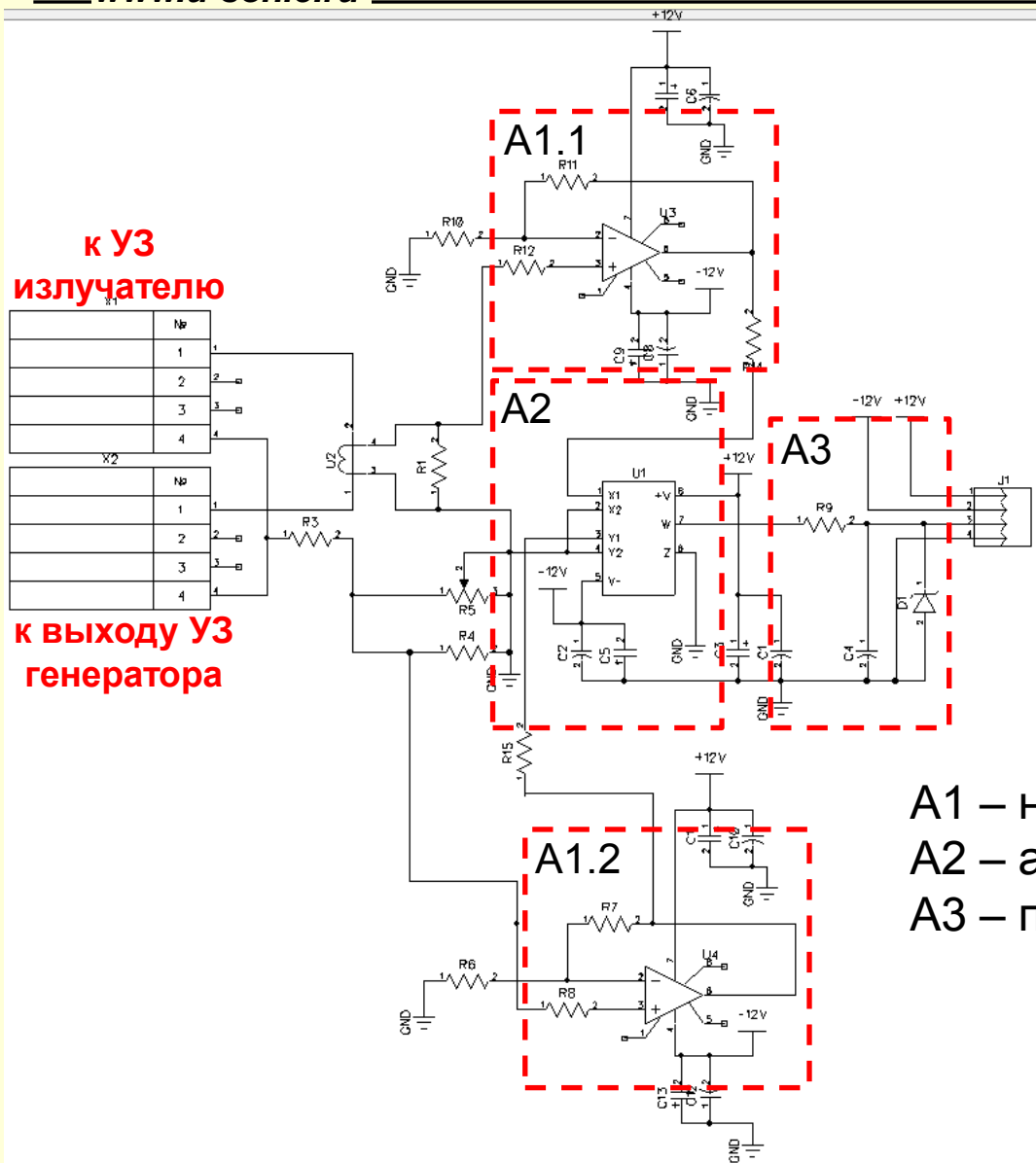


KT1 – сигнал, пропорциональный амплитуде тока механической ветви УЗ излучателя ;

KT2 – прямоугольный сигнал, частота и фаза которого, соответствуют частоте и фазе тока механической ветви УЗ излучателя;

# Схема блока измерения мощности, потребляемой УЗ излучателем

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)



Сигнал, пропорциональный измеренной мощности

- A1 – нормирующие усилители;
- A2 – аналоговый перемножитель AD633;
- A3 – пиковый детектор

# Конструкции ультразвуковых генераторов

[www.u-sonic.ru](http://www.u-sonic.ru)

До 2000Вт



Более 3000Вт

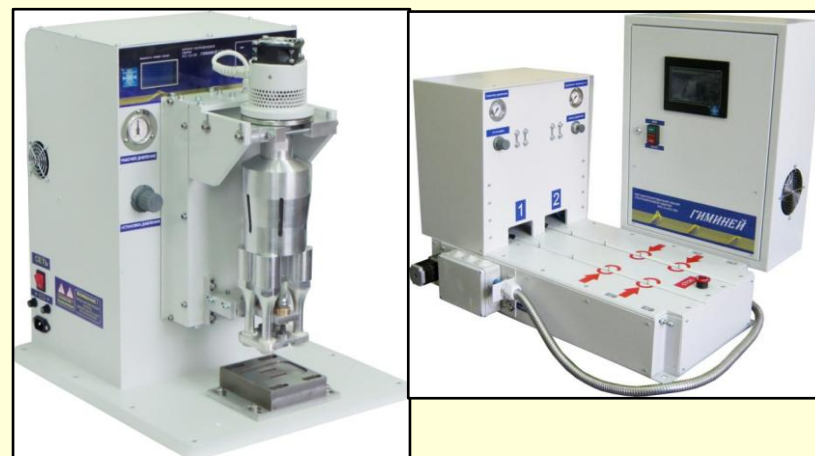


До 500Вт



Генераторы, совмещенные с исполнительными механизмами

До 100Вт



# Monograph about

