Power Converter Systems

Graduate Course EE8407

Bin Wu PhD, PEng

Professor
ELCE Department
Ryerson University

Contact Info
Office: ENG328
Tel: (416) 979-5000 ext: 6484
Email: bwu@ee.ryerson.ca
http://www.ee.ryerson.ca/~bwu/

Ryerson Campus

Textbook: Bin Wu, 'High-Power Converters and AC Drives', Wiley - IEEE Press, 2006

Тема 10

ШИМ Выпрямители источника тока

С разрешения
Rockwell Automation

ШИМ CSI fed MV drive

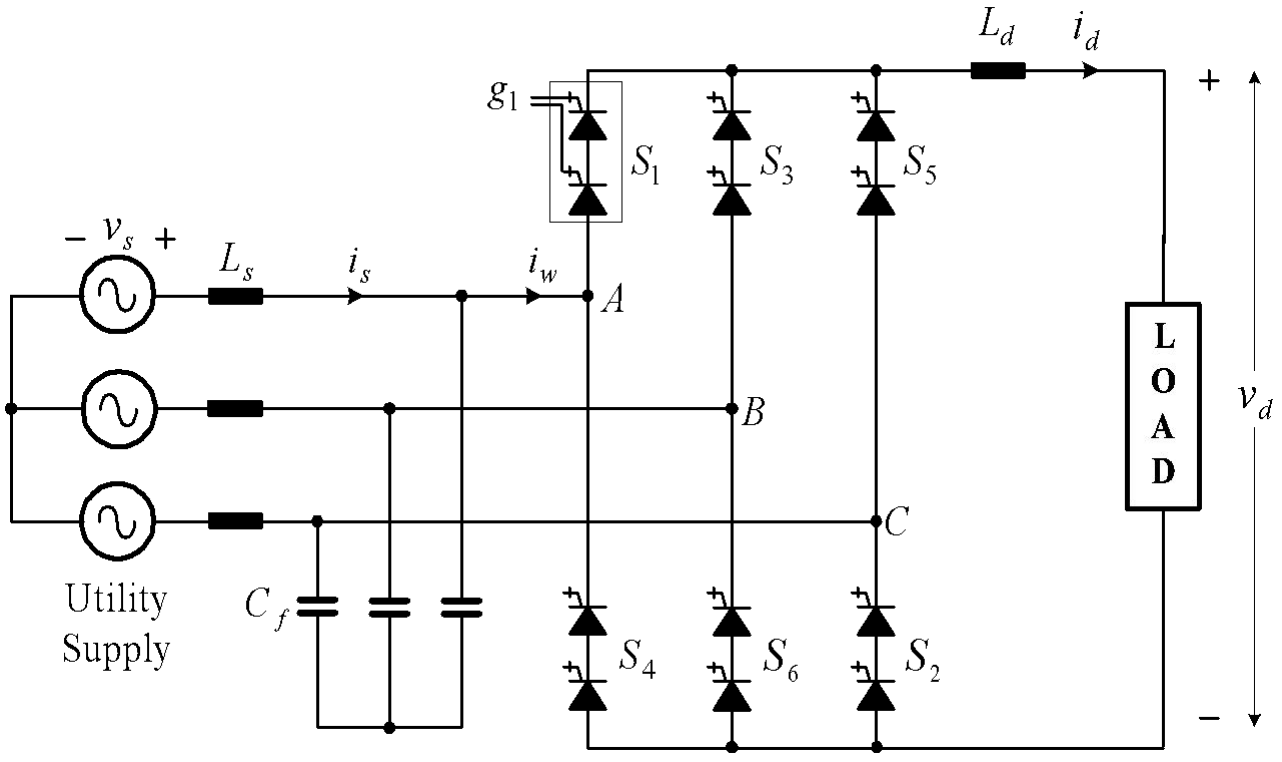
ШИМ Выпрямители источника тока

Темы лекции

- Одноместный мостовой выпрямитель
- Двойной мостовой выпрямитель
- Контроль коэффициента мощности
- LC резонанс и активное демпфирование

Одноместный мостовой выпрямитель

- **Схема преобразователя**

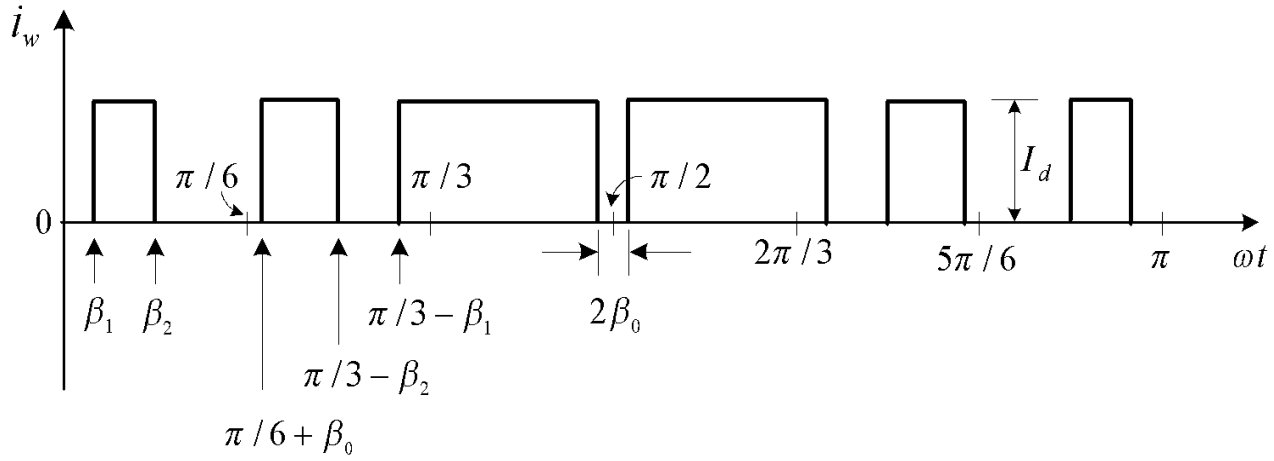


- **коммутационные устройства:**
  Симметричный GCT
  (коммутируемый по затвору тиристор)

- **функции C_f :**
  Помощь GCT переключаться;
  Для уменьшения линии тока.

Одноместный мостовой выпрямитель

- **Выпрямитель входного сигнала тока**

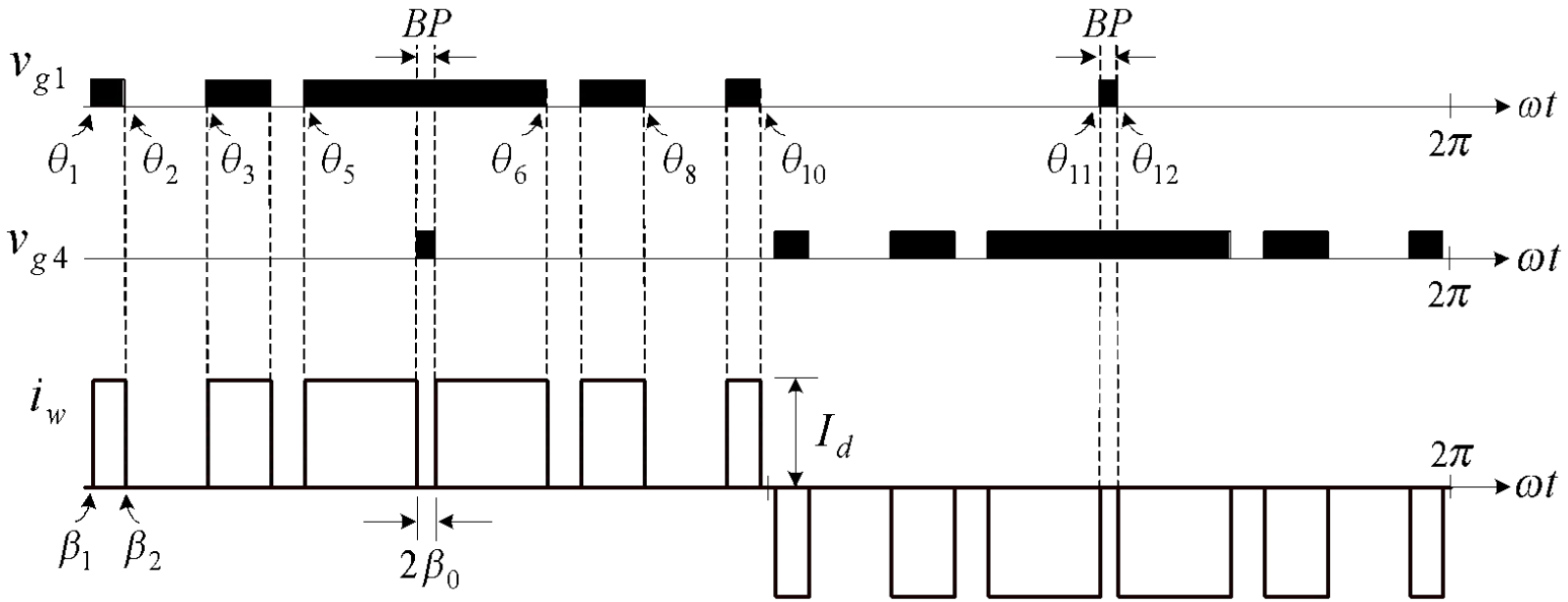


- **Ограничения переключения в исходной схеме:**
  - **постоянный ток i_d не должен прерываться**
  - **форма сигнала i_w должна быть четко определена**

- **Для устранения двух гармоник необходимы 3 независимых угла и индекс модуляции должен быть регулируемым**

Одноместный мостовой выпрямитель

- **Переключение углов**

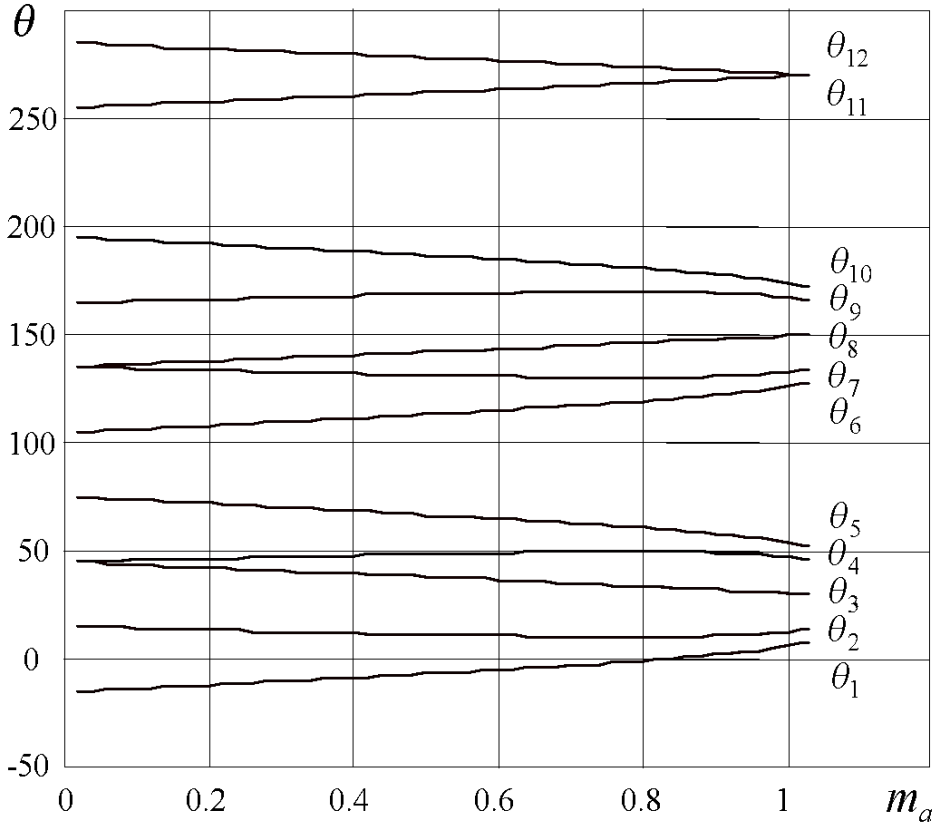


•Обходной (пренебрегаемый) импульс(BP)

- позволяет регулировать i_w

Одноместный мостовой выпрямитель

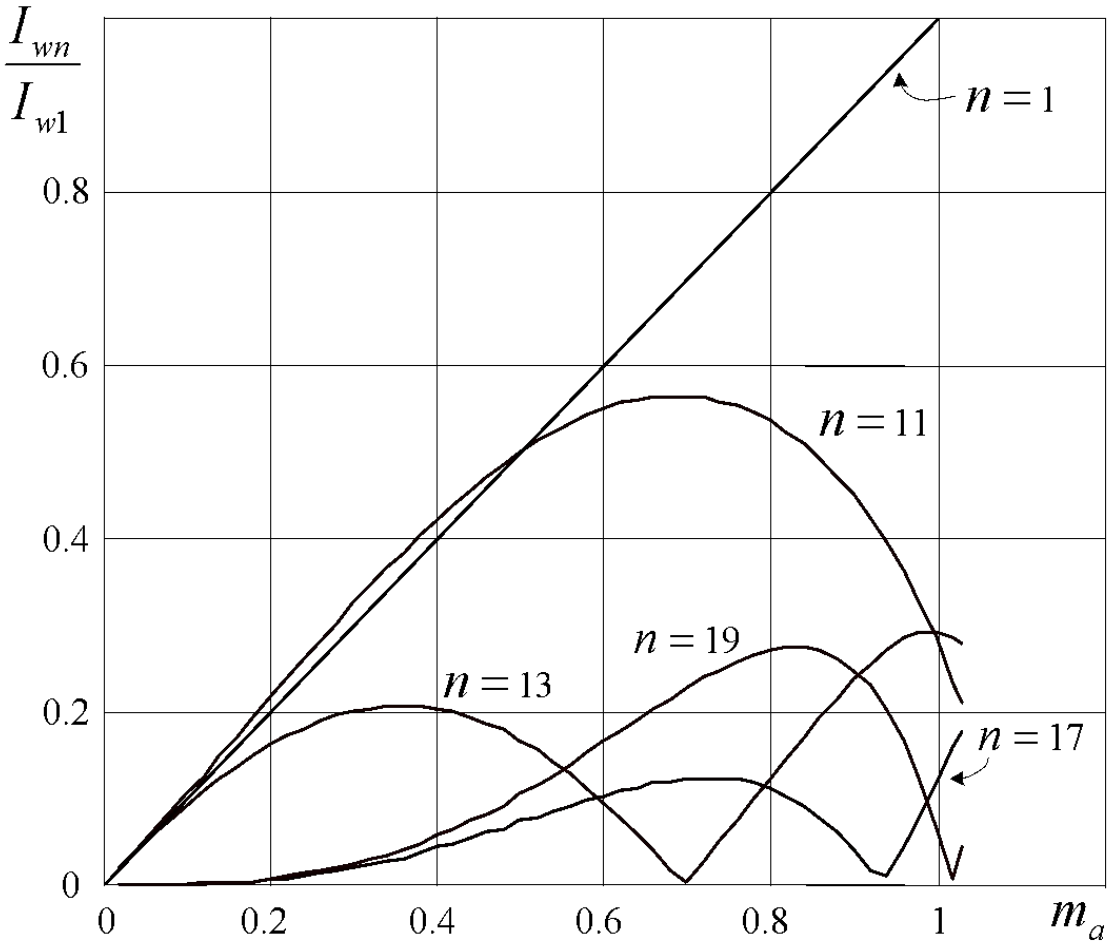
- углы переключения в зависимости m_a



(избавление от 5ой и 7ой гармоники)

Одноместный мостовой выпрямитель

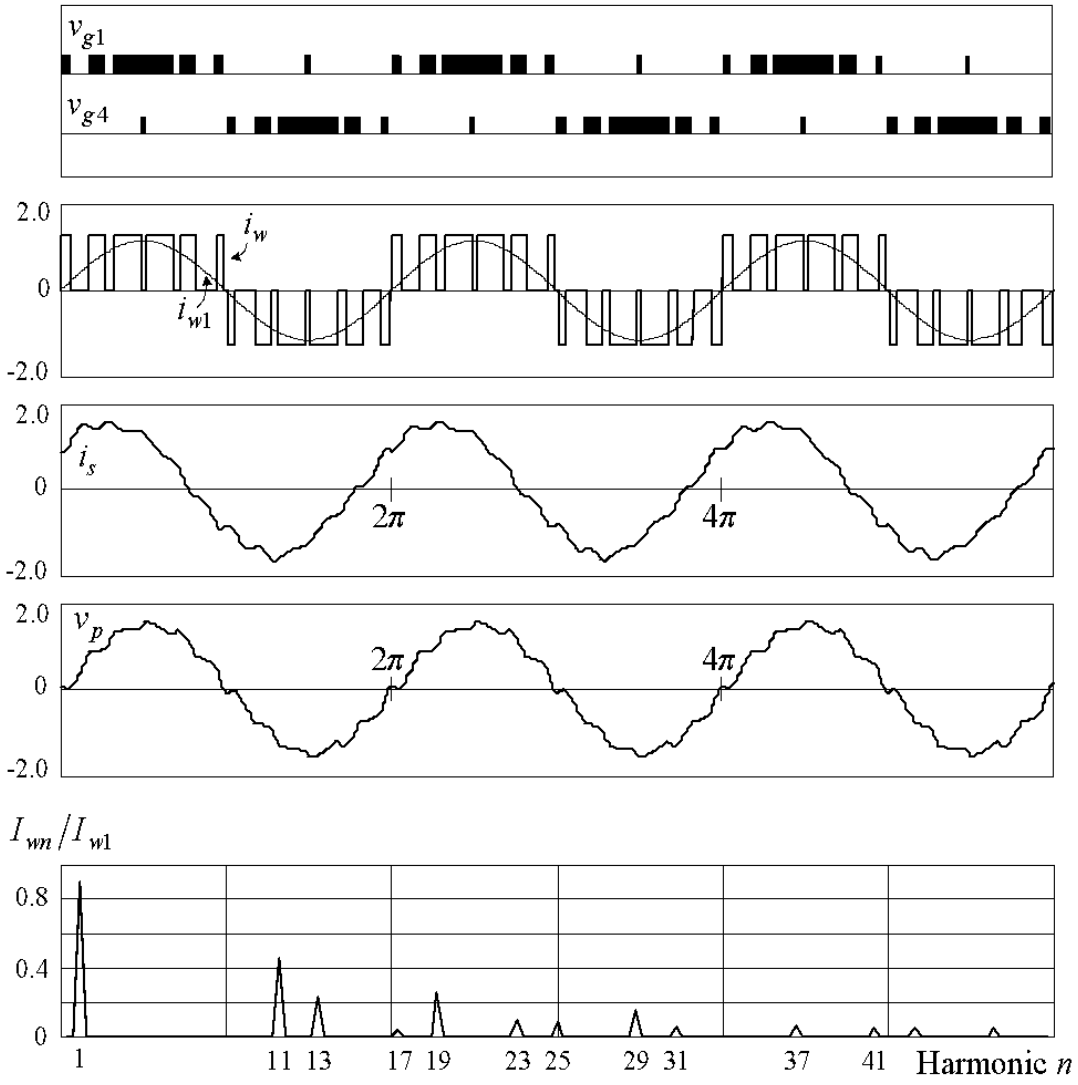
- **распределение гармоник**



(избавление от 5ой и 7ой гармоники)

Одноместный мостовой выпрямитель

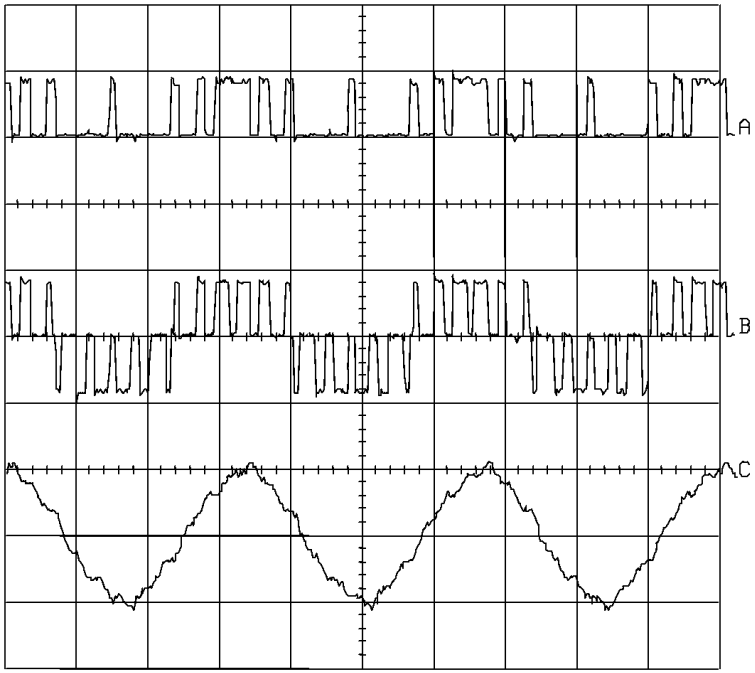
- **Графики сигналов**



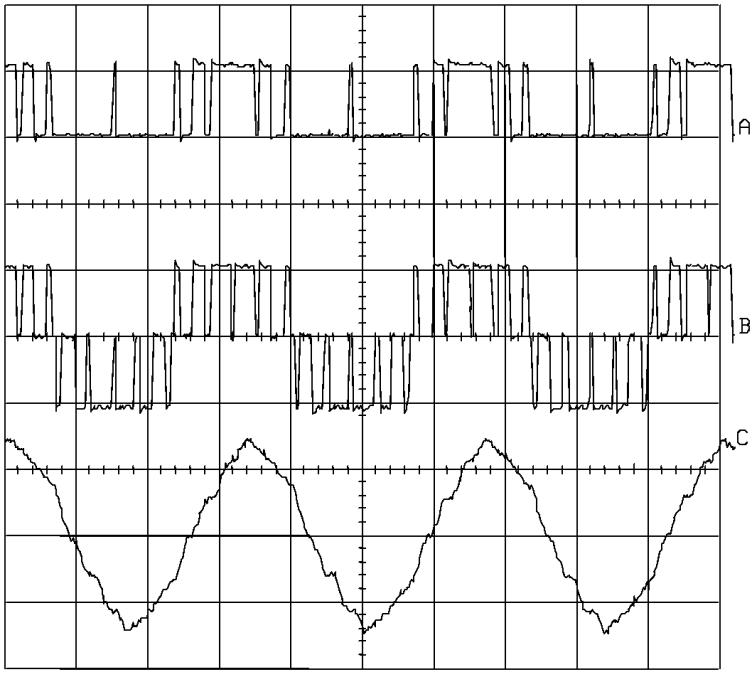
(избавление от 5ой и 7ой гармоники)

Одноместный мостовой выпрямитель

- **Экспериментальные данные**



$m_a = 0.7$

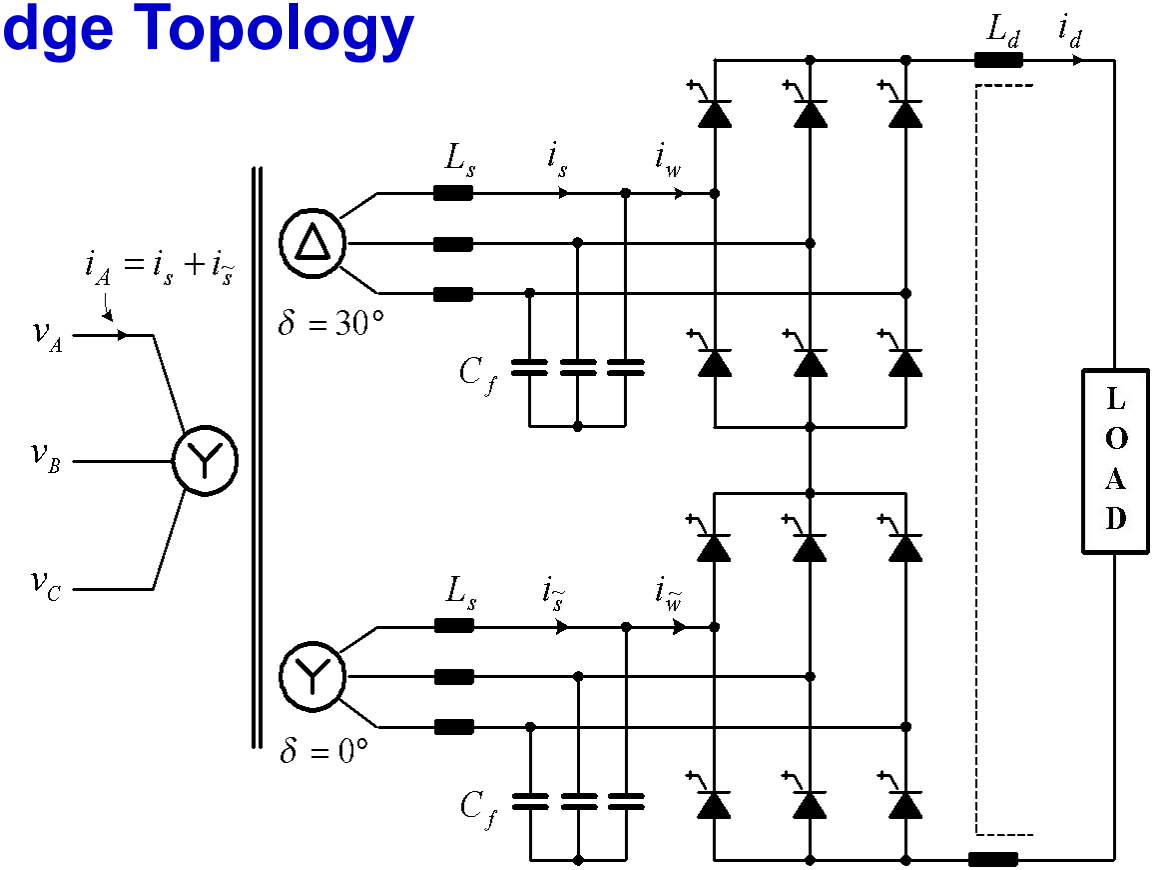


$m_a = 0.95$

график A: ток в переключатель S1
график B: выпрямитель входного тока i_w
график C: график тока i_s

Single Bridge Rectifier

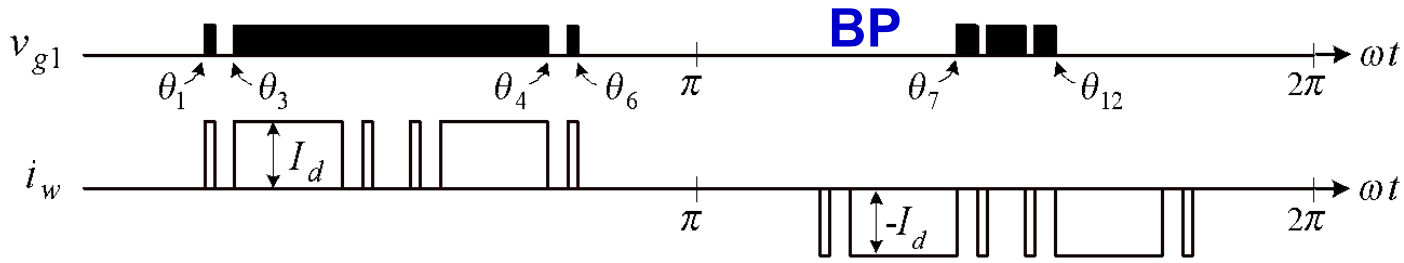
- **Dual-Bridge Topology**



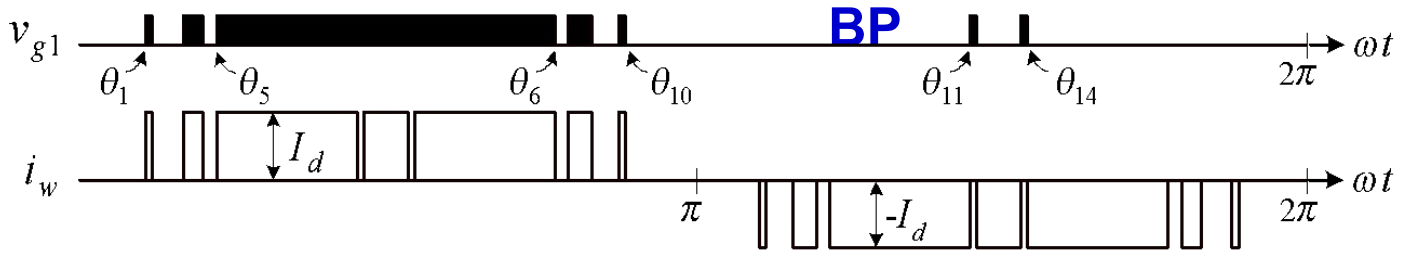
- **Use 12-pulse transformer to cancel the 5th and 7th harmonics**
- **Use PWM to eliminate the 11th and 13th harmonics**
- **The lowest harmonic in the line current is the 17th**
- **Very low line current harmonic distortion**

Одноместный мостовой выпрямитель

- **углы переключения**



(a) Switching pattern A for a low m_a

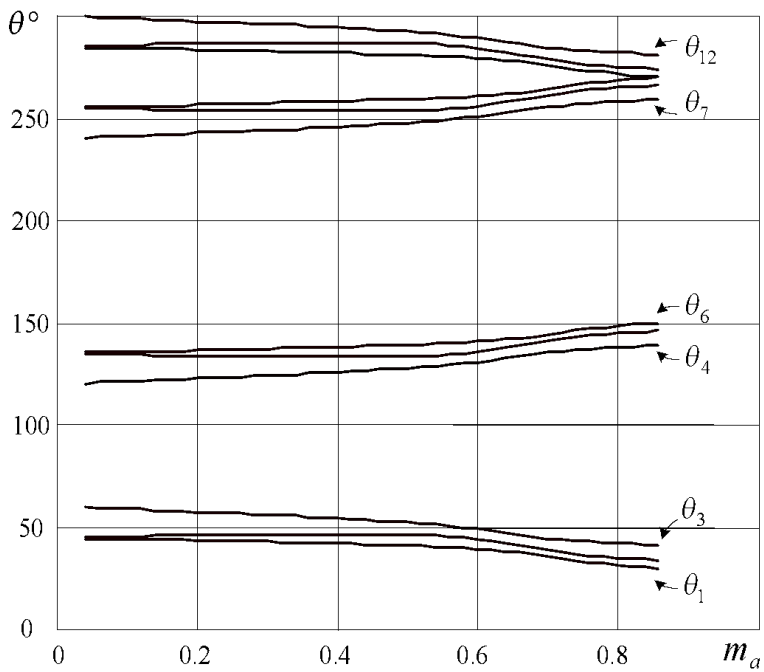


(b) Switching pattern B for a high m_a

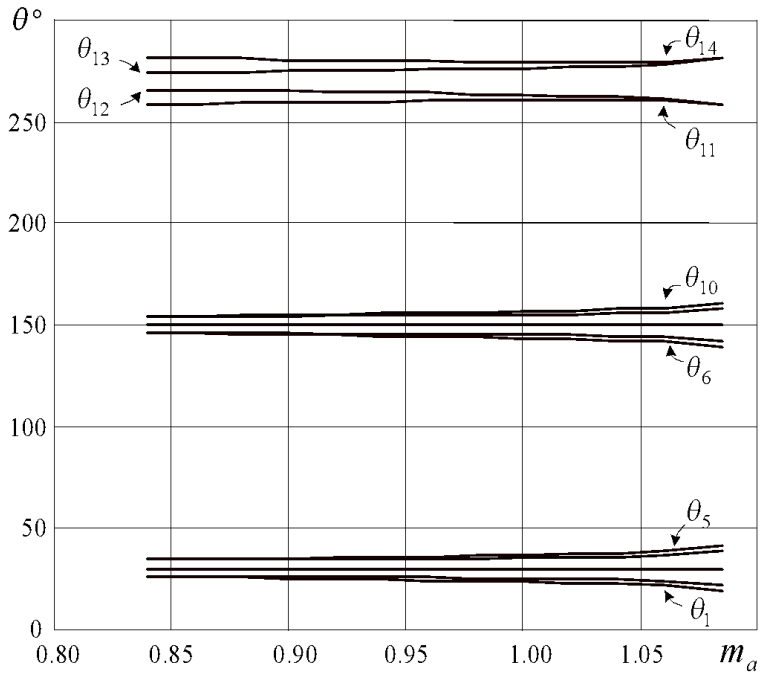
- **Обходной (пренебрегаемый) импульс(BP)**
  - **позволяет регулировать i_w**
- **селективная модуляция ШИМ– ликвидирует**
- **11ую and 13ую гармоники**

Dual Bridge Rectifier

- **Switching Angles *versus* m_d**



Switching pattern A

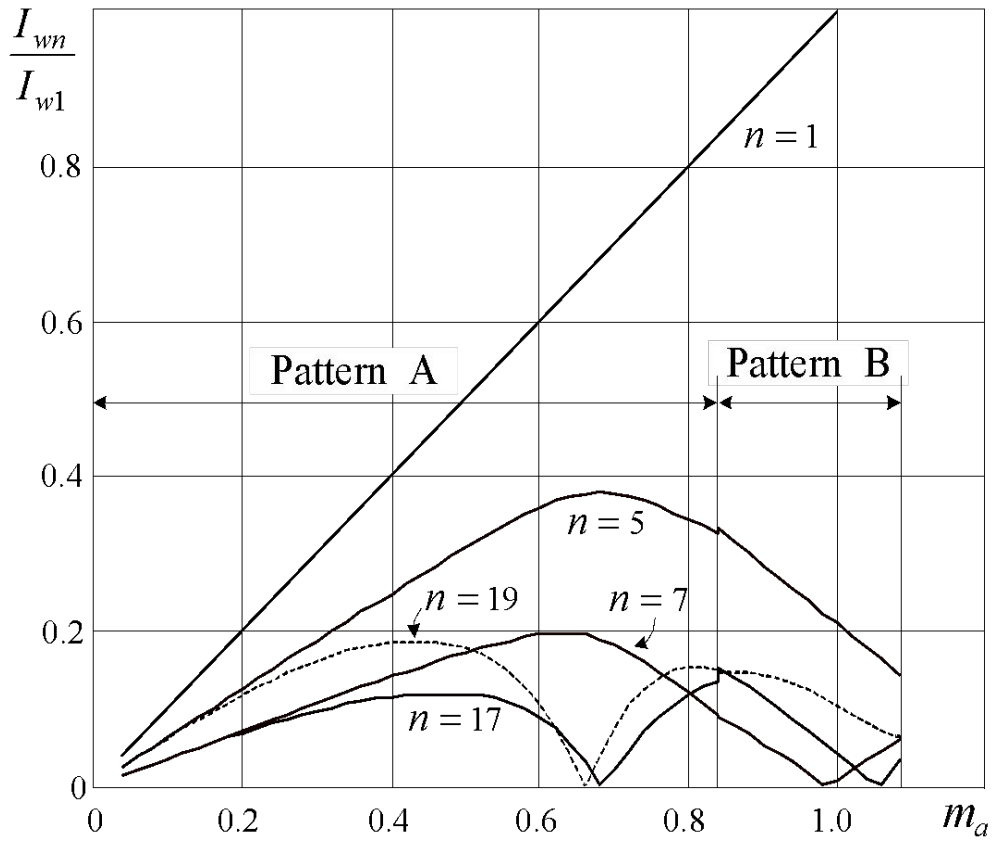


Switching pattern B

(11th and 13th harmonic elimination)

Dual Bridge Rectifier

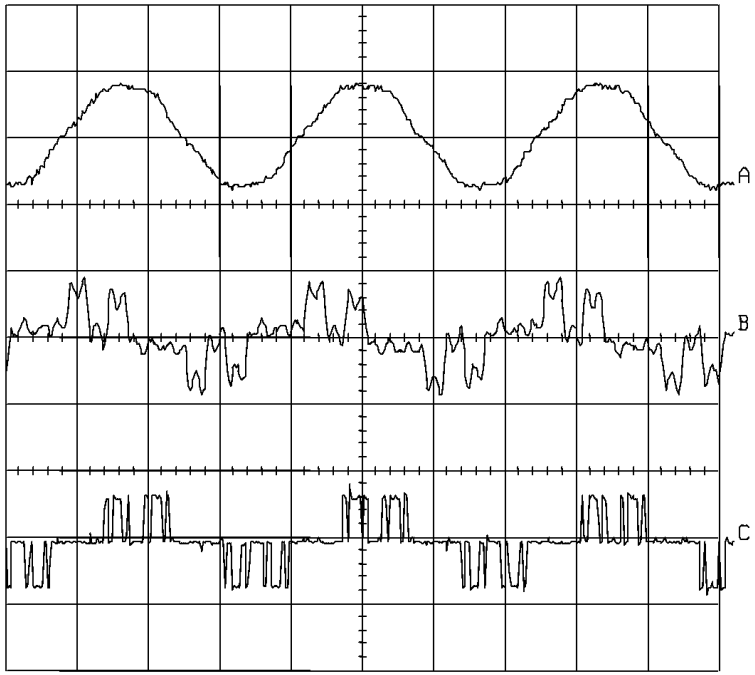
- **Harmonic Profile**

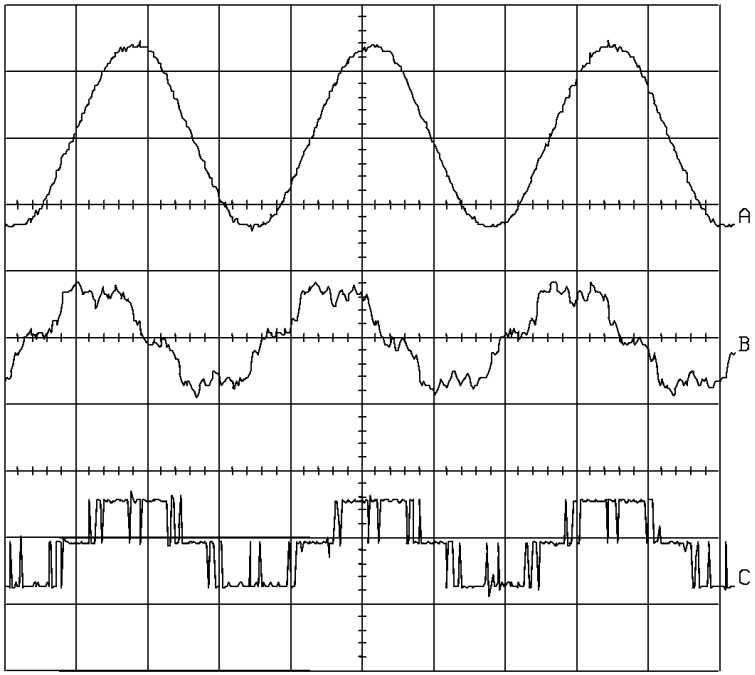


(11th and 13th harmonic elimination)

Dual Bridge Rectifier

- **Experimental Waveforms**





Modulation index: 0.5

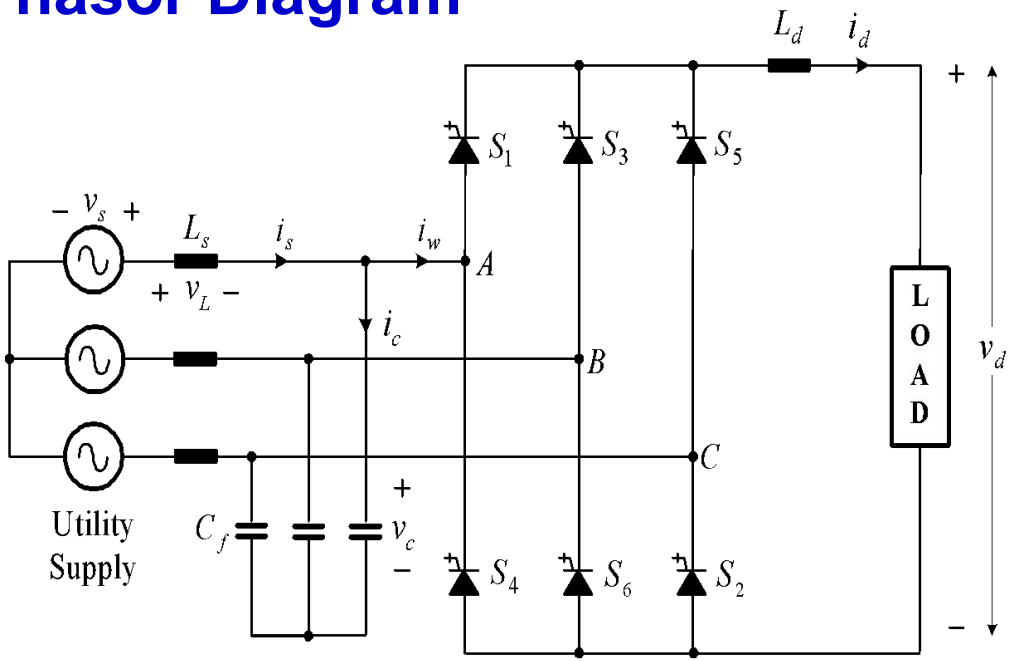
Modulation index: 0.9

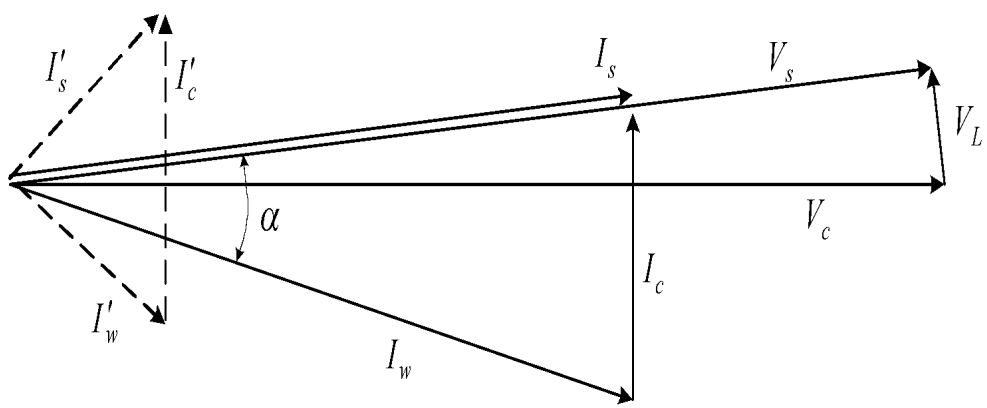
Trace A: i_A - line current on transformer primary side
Trace B: i_s - line current on transformer secondary side

Trace C: i_w - rectifier input current

Power Factor Control

- **Phasor Diagram**

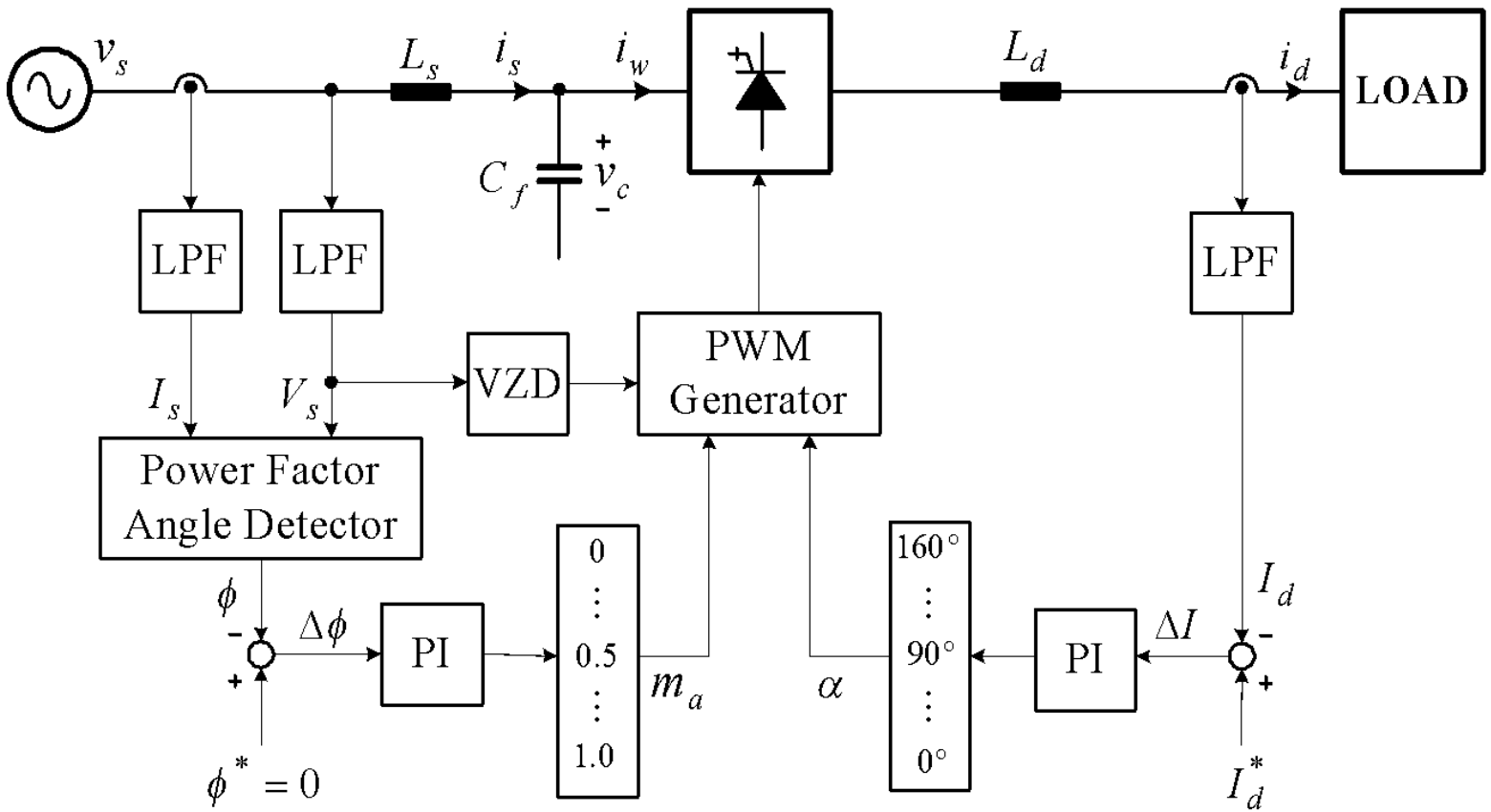




- C_f produces leading PF
- Delay angle control produces lagging PF
- To improve PF, use m_a and delay angle control simultaneously

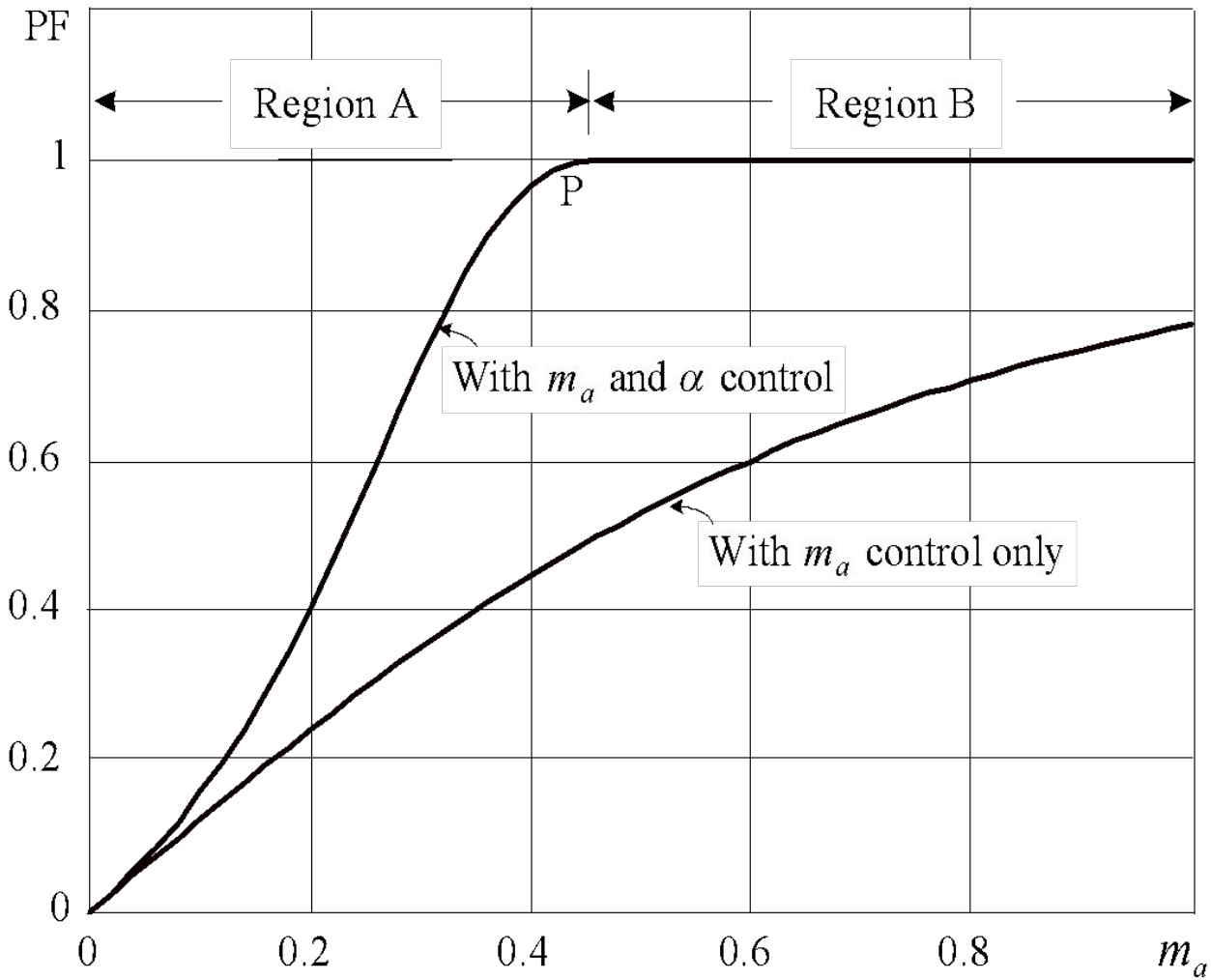
Power Factor Control

- **Block Diagram**



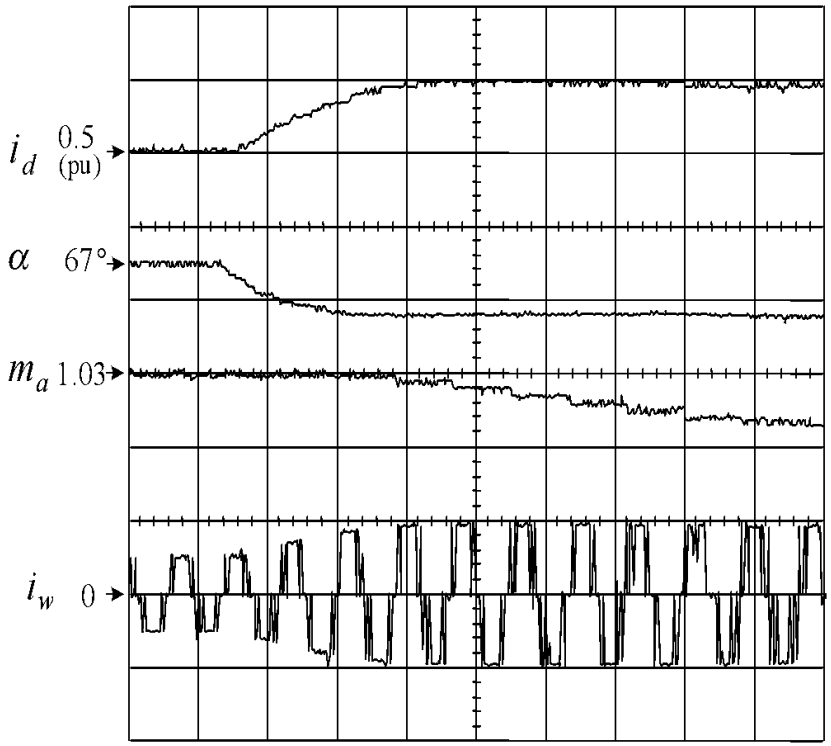
Power Factor Control

- **Power Factor Profile**

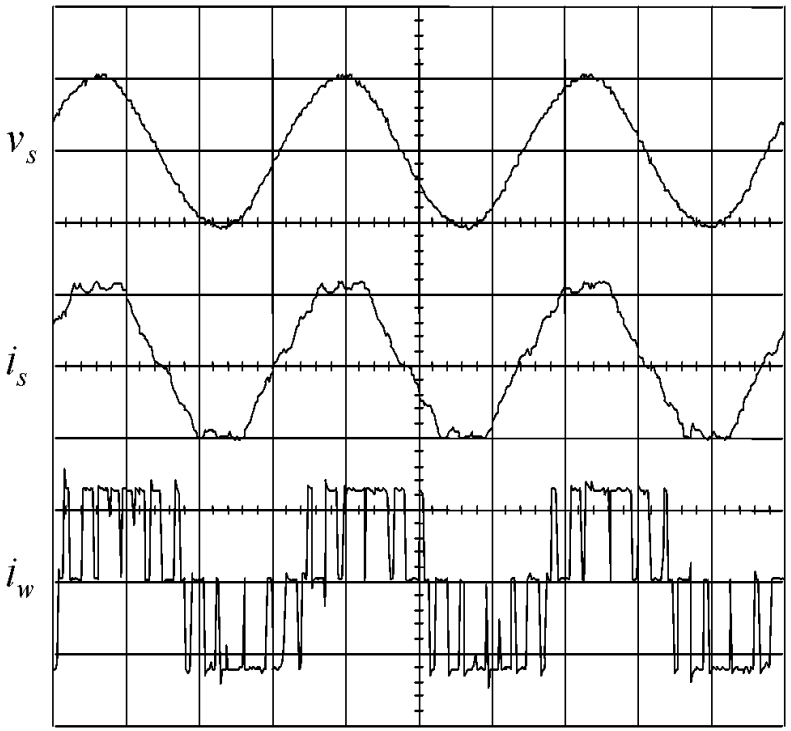


Power Factor Control

- **Experiments**



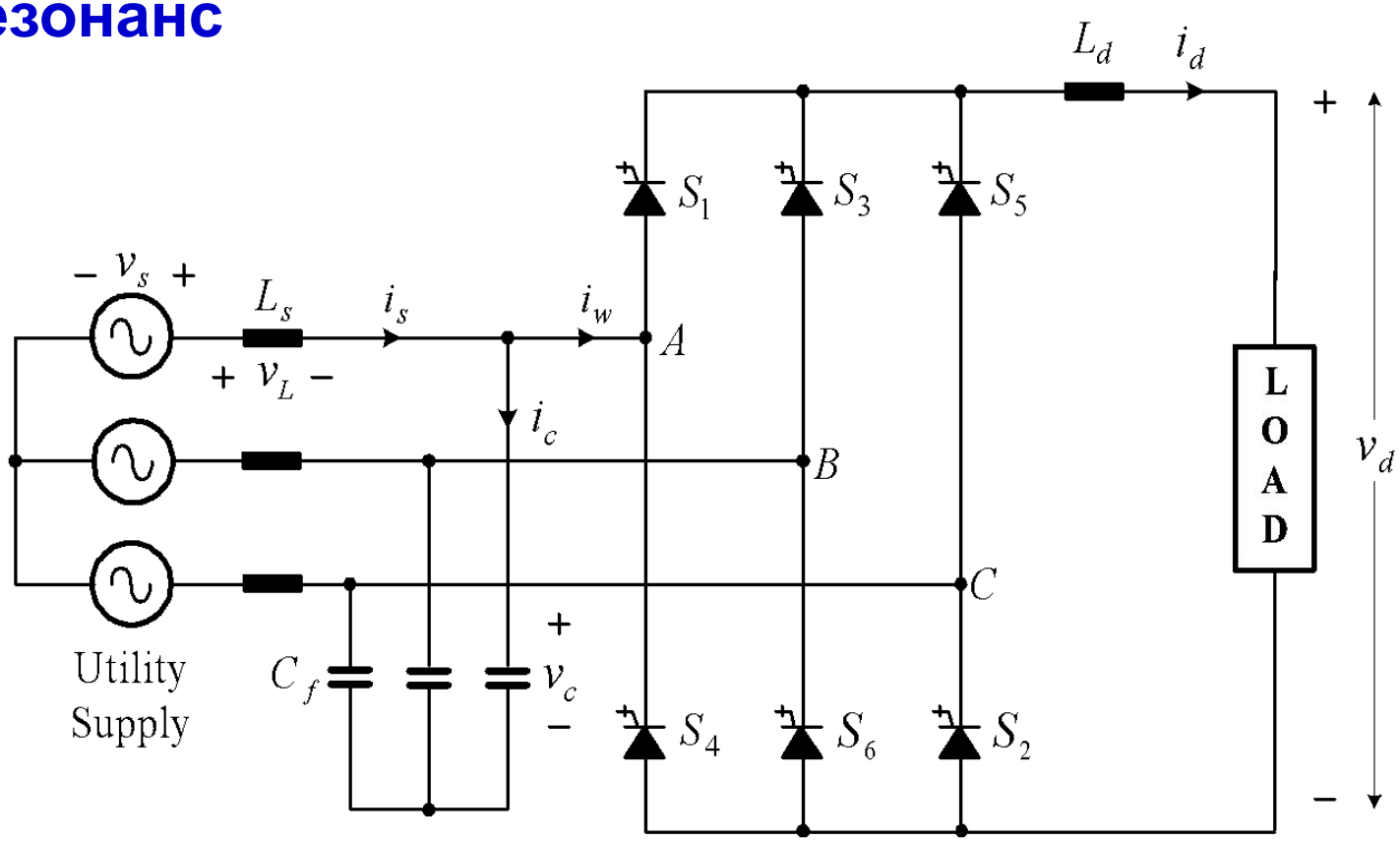
(a) Transient response



(b) Steady state waveforms (PF = 1)

LC резонанс и активное демпфирование

- **LC Резонанс**



Резонансный режим: $\omega_{рез} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L_s C_f}}$

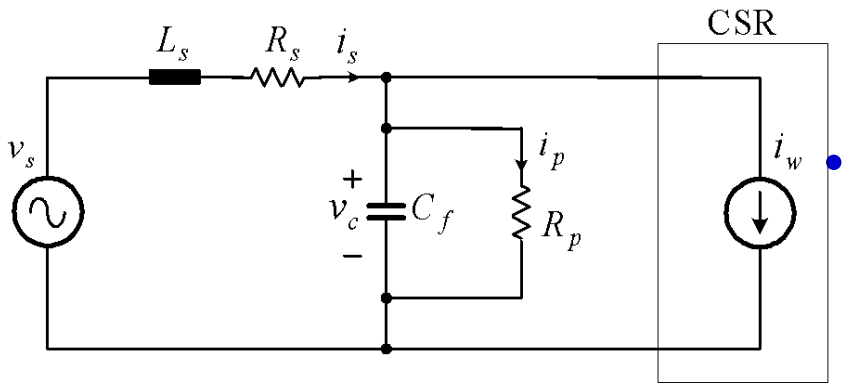
Резонанс может быть получен:

- Гармониками питающего напряжения

- Гармониками выпрямленного тока

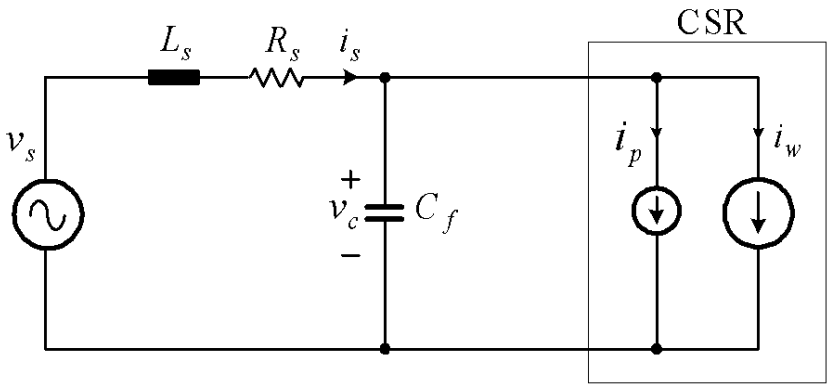
LC резонанс и активное демпфирование

- **Пассивное и активное демпфирование**



(a) Passive damping

- **Пассивное демпфирование:**
  R_p – Демпфирующее сопротивление

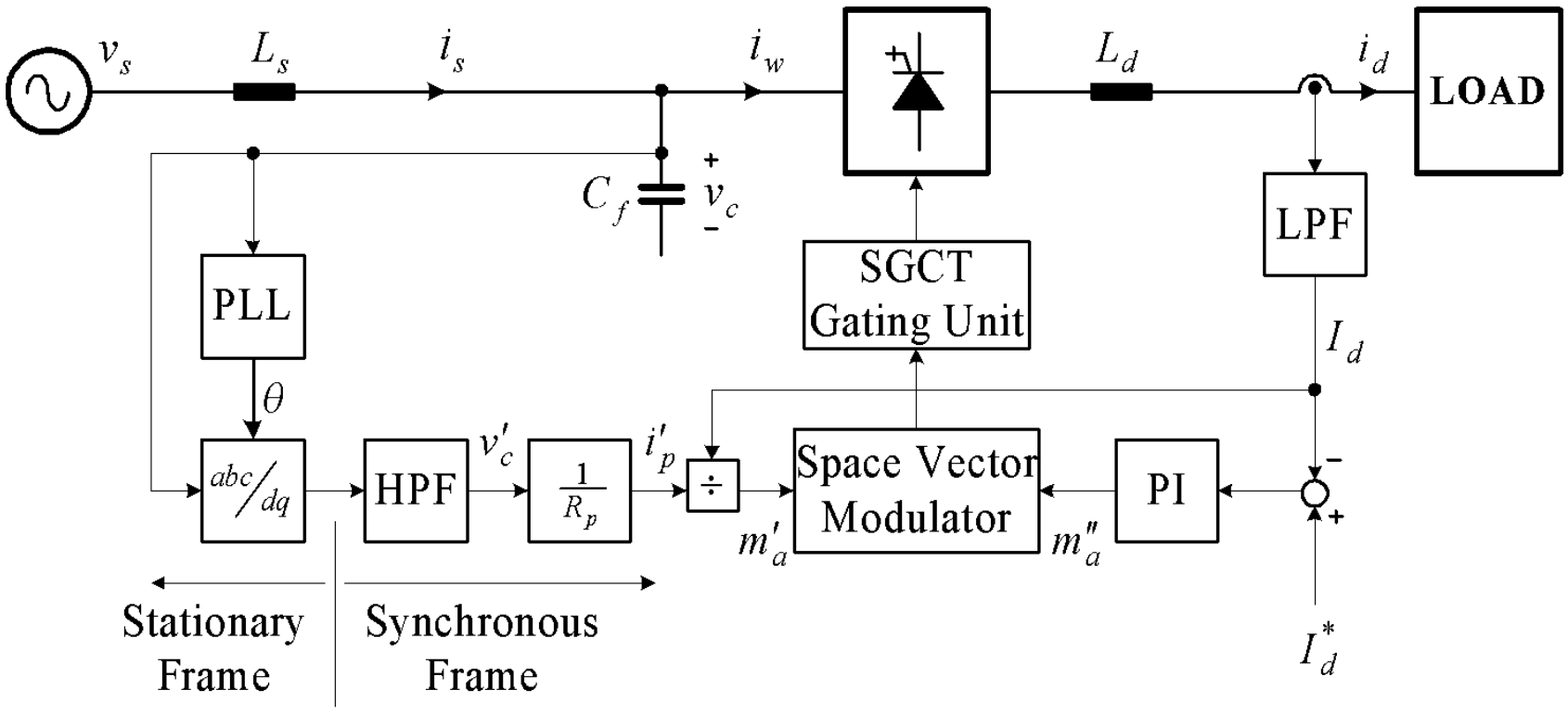


(b) Active damping

- **Активное демпфирование:**
  - **Без сопротивления**
  - **Демпфирующий ток i_p создается CSR через m_a управление**
  - **Ток i_p находится в фазе с v_c**

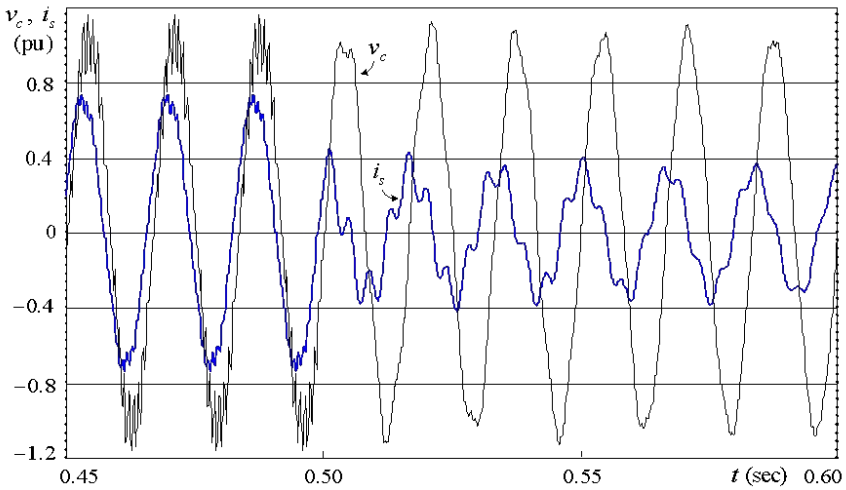
LC резонанс и активное демпфирование

- **Блок-схема управления активным демпфером**

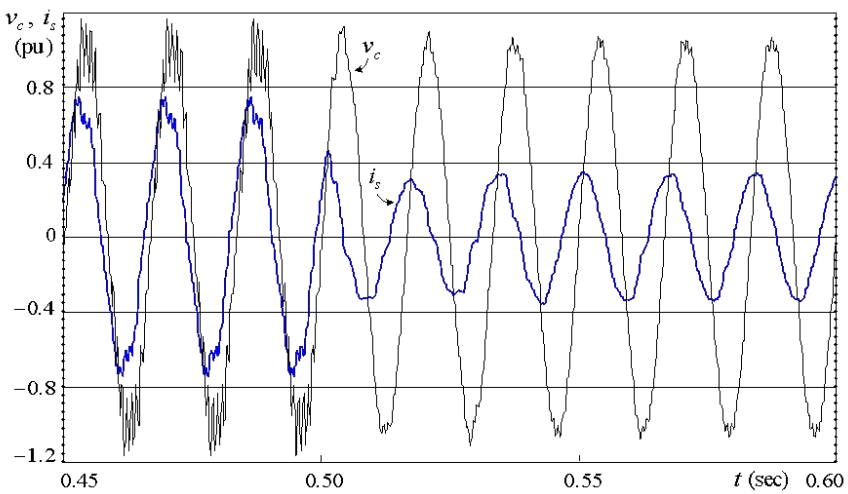


LC резонанс и активное демпфирование

- **Смоделированные осциллограммы напряжения vc и тока is**



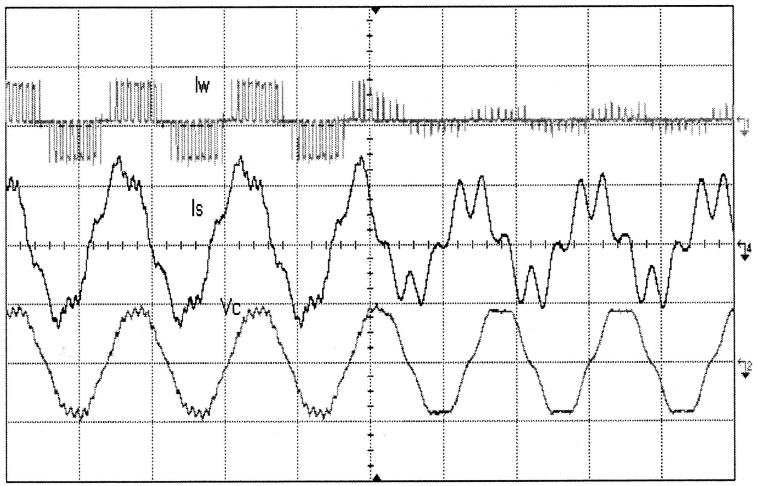
(a) Without active damping control



(b) With active damping control

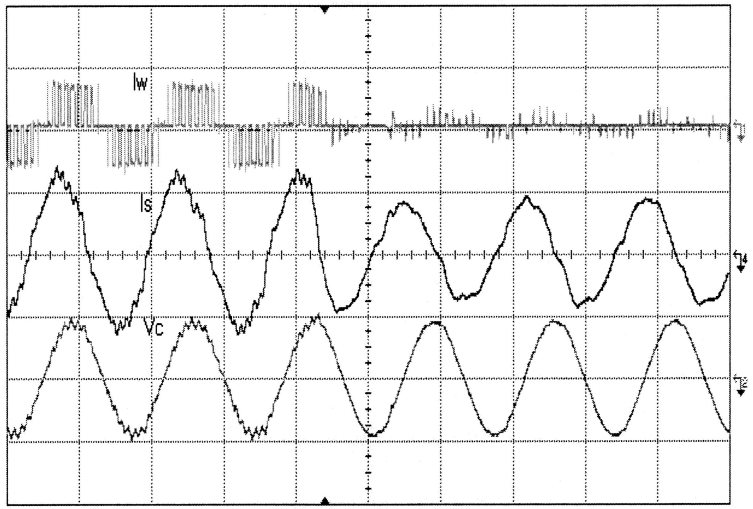
LC резонанс и активное демпфирование

- **Реальные измеренные осциллограммы**



Без активного демпфера

- **Выпрямленный входной ток**
- **Линейный ток**
- **Напряжение конденсатора**

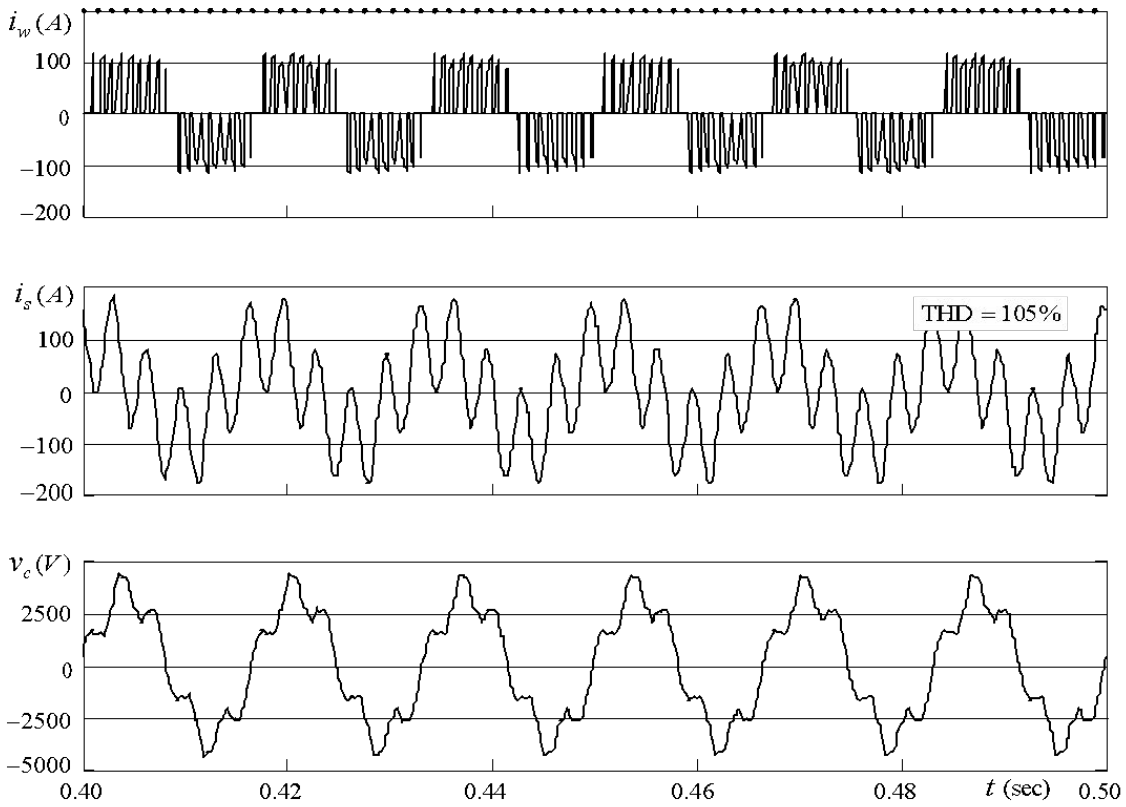


С активным демпфером

- **Выпрямленный входной ток**
- **Линейный ток**
- **Напряжение конденсатора**

LC резонанс и активное демпфирование

- **Стационарные осциллограммы без активного демпфирования**

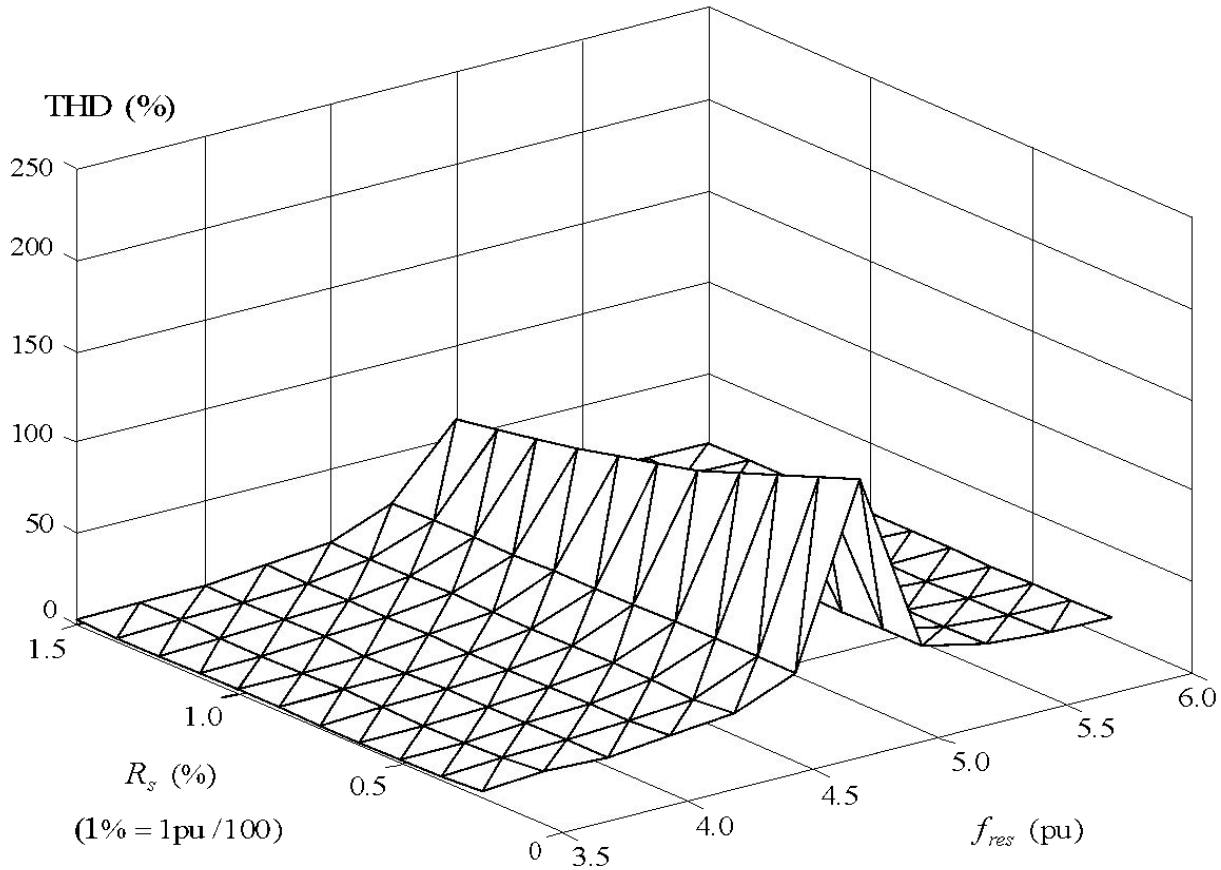


Без управления активным демпфером

LC резонанс настроен именно на пятую гармонику (в худшем случае)

LC резонанс и активное демпфирование

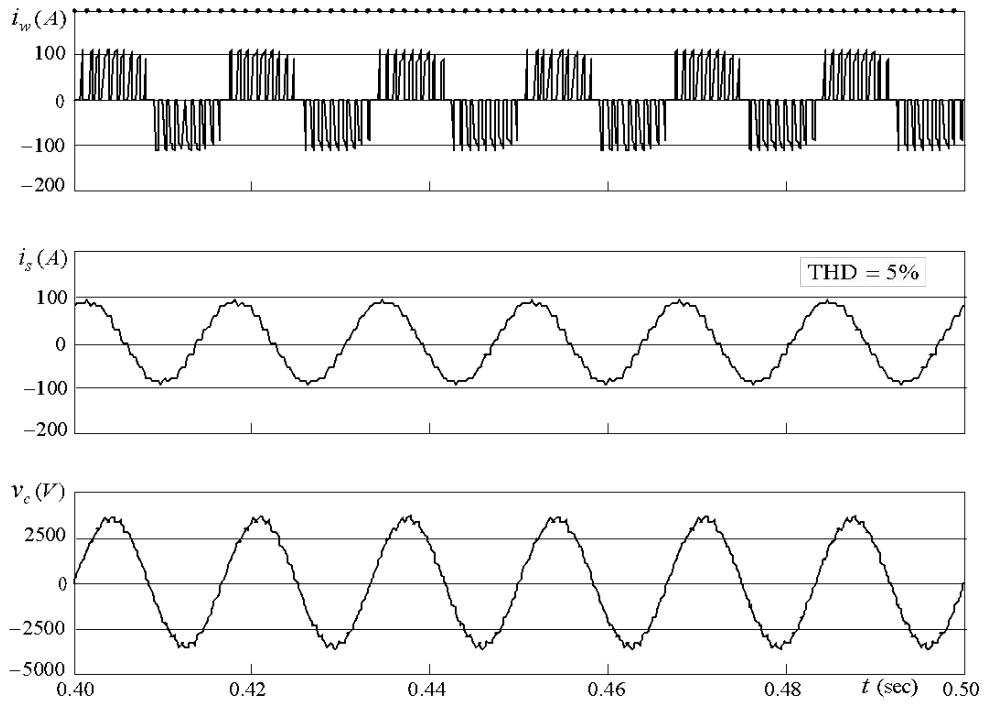
- **Линейный ток THD**



Без управления активным демпфером

LC резонанс и активное демпфирование

- **Стационарные осциллограммы с активным демпфированием**

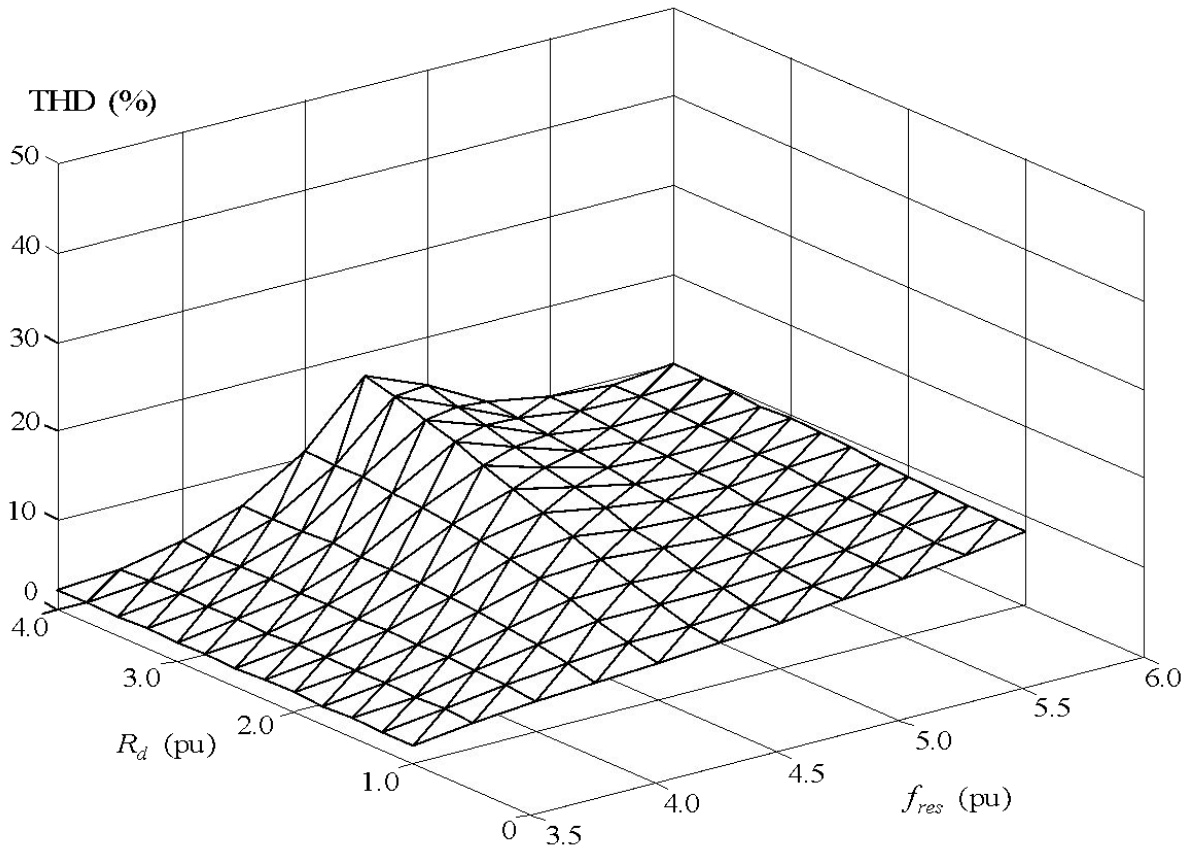


С управлением активным демпфером

LC резонанс настроен именно на пятую гармонику (в худшем случае)

LC резонанс и активное демпфирование

- **Линейный ток THD**



С управлением активным демпфером

RYERSON UNIVERSITY

Спасибо!