

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

ШИМ Выпрямители источника тока



ШИМ CSI fed MV drive

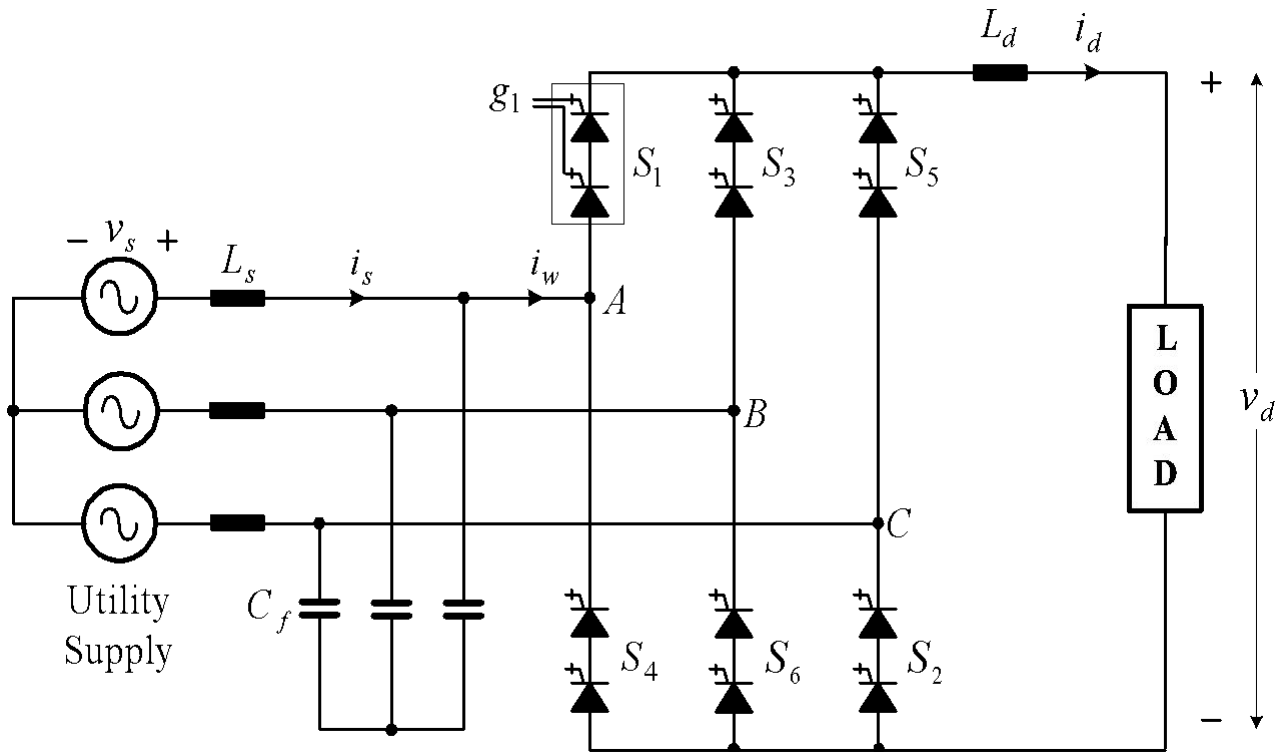
ШИМ Выпрямители источника тока

Темы лекции

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

Одноместный мостовой выпрямитель

• Схема преобразователя

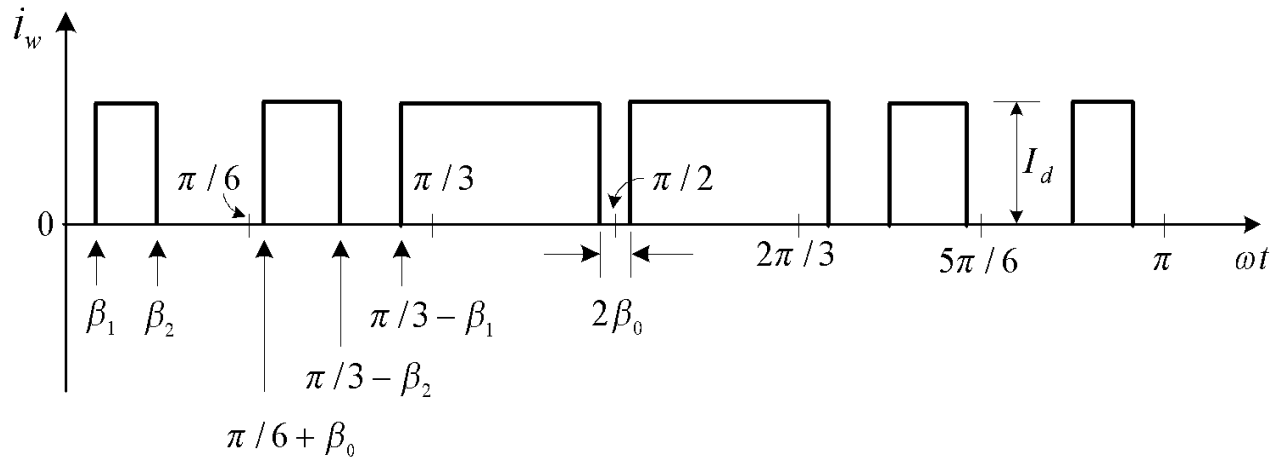


- коммутационные устройства:
Симметричный GCT
(коммутируемый по затвору тиристор)

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

Одноместный мостовой выпрямитель

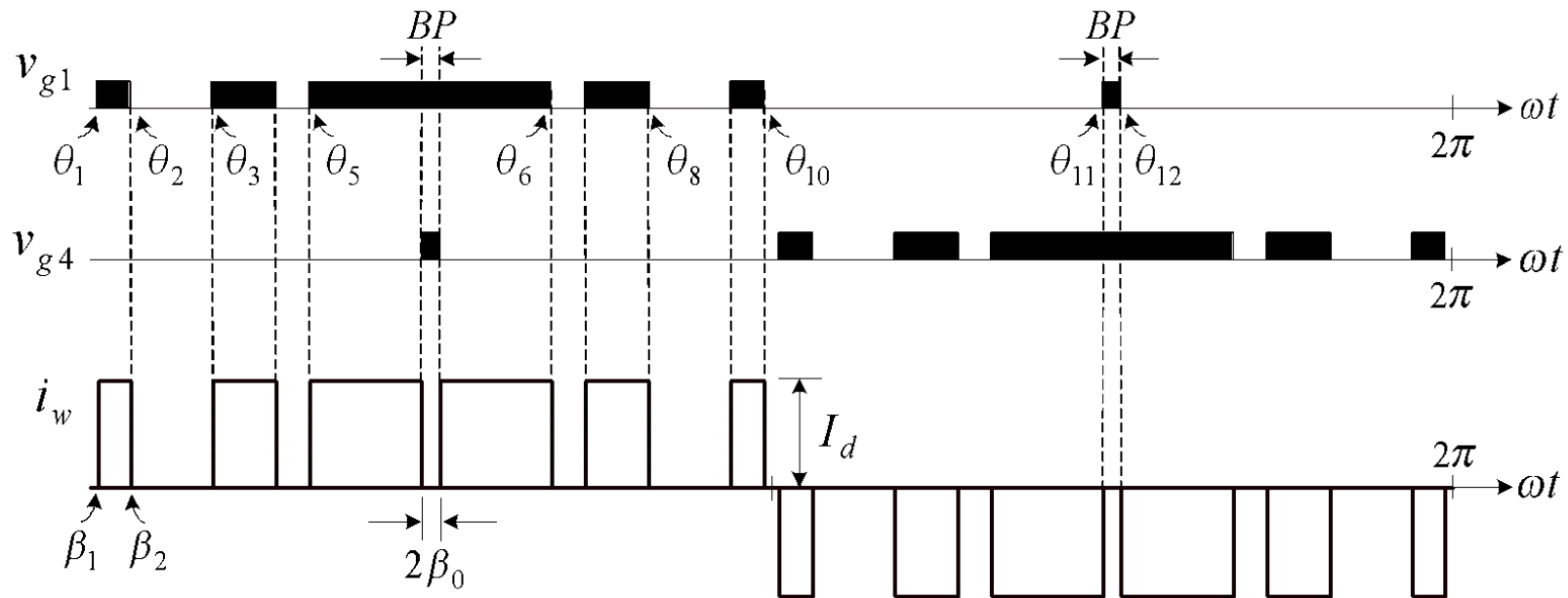
• Выпрямитель входного сигнала тока



- 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

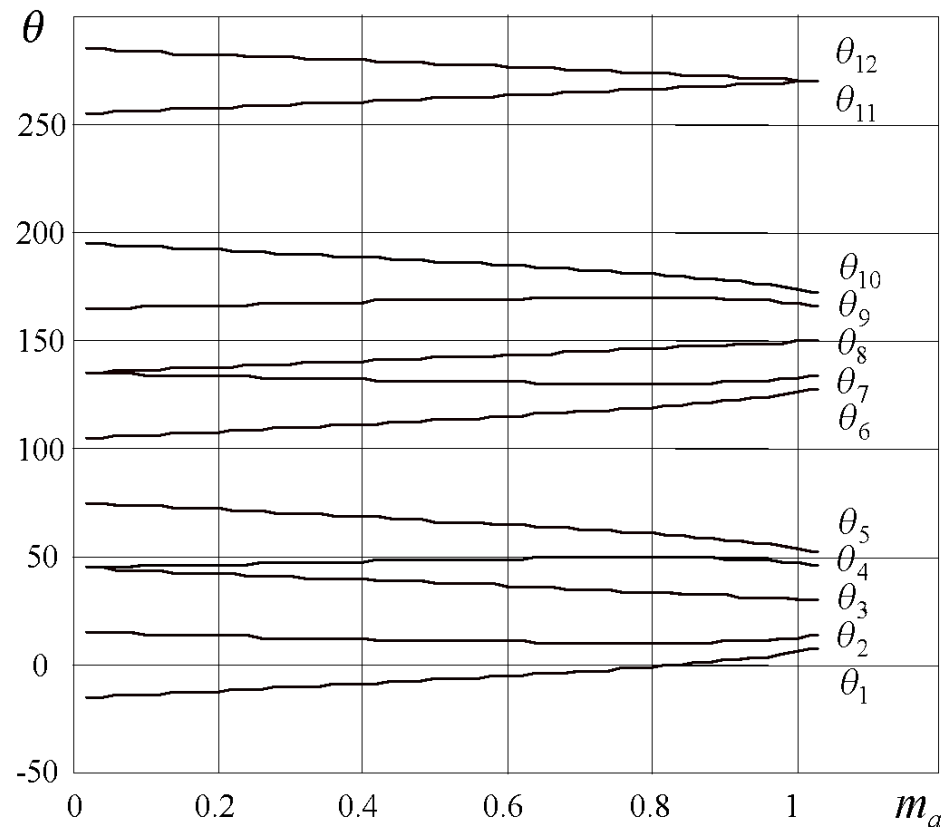
• Переключение углов



- **Обходной (пренебрегаемый) импульс (BP)**
- позволяет регулировать i_w

Одноместный мостовой выпрямитель

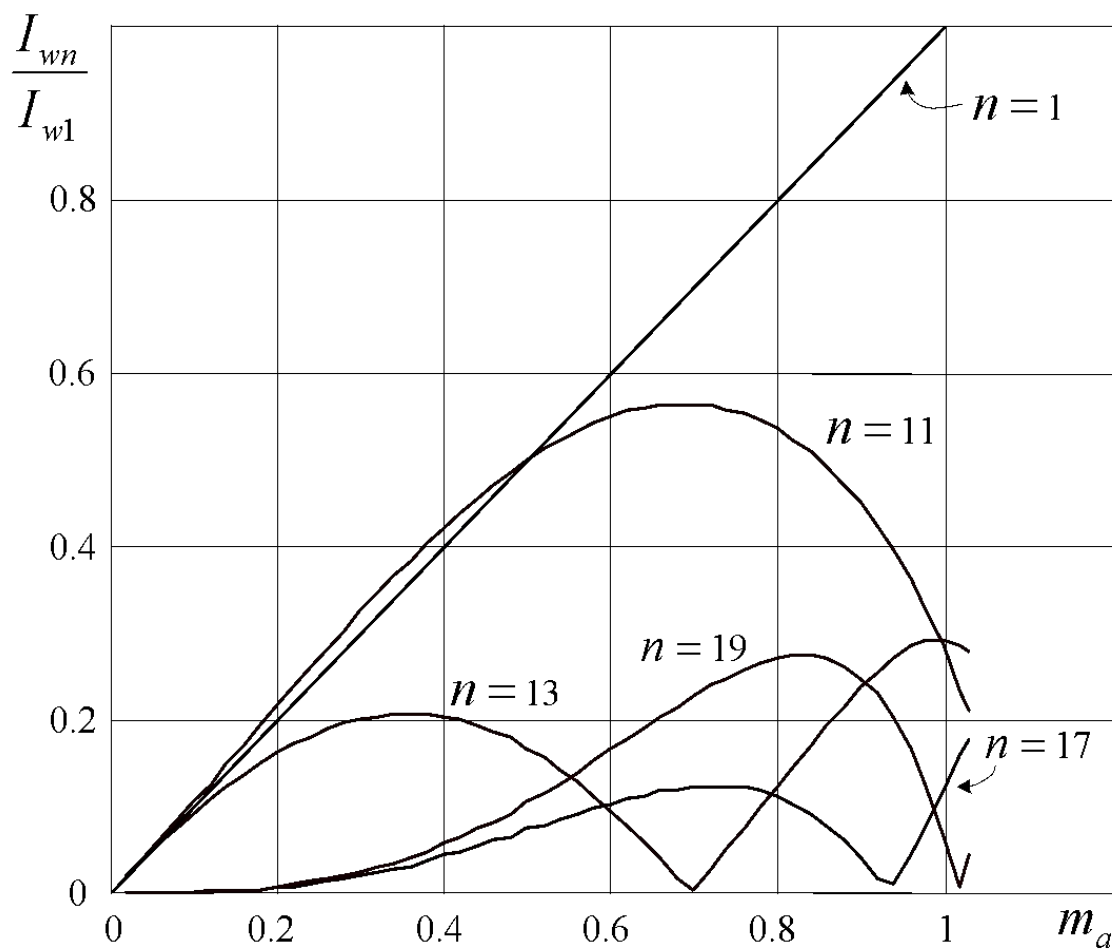
- углы переключения в зависимости m_a



(избавление от 5^{ой} и 7^{ой} гармоника)

Одноместный мостовой выпрямитель

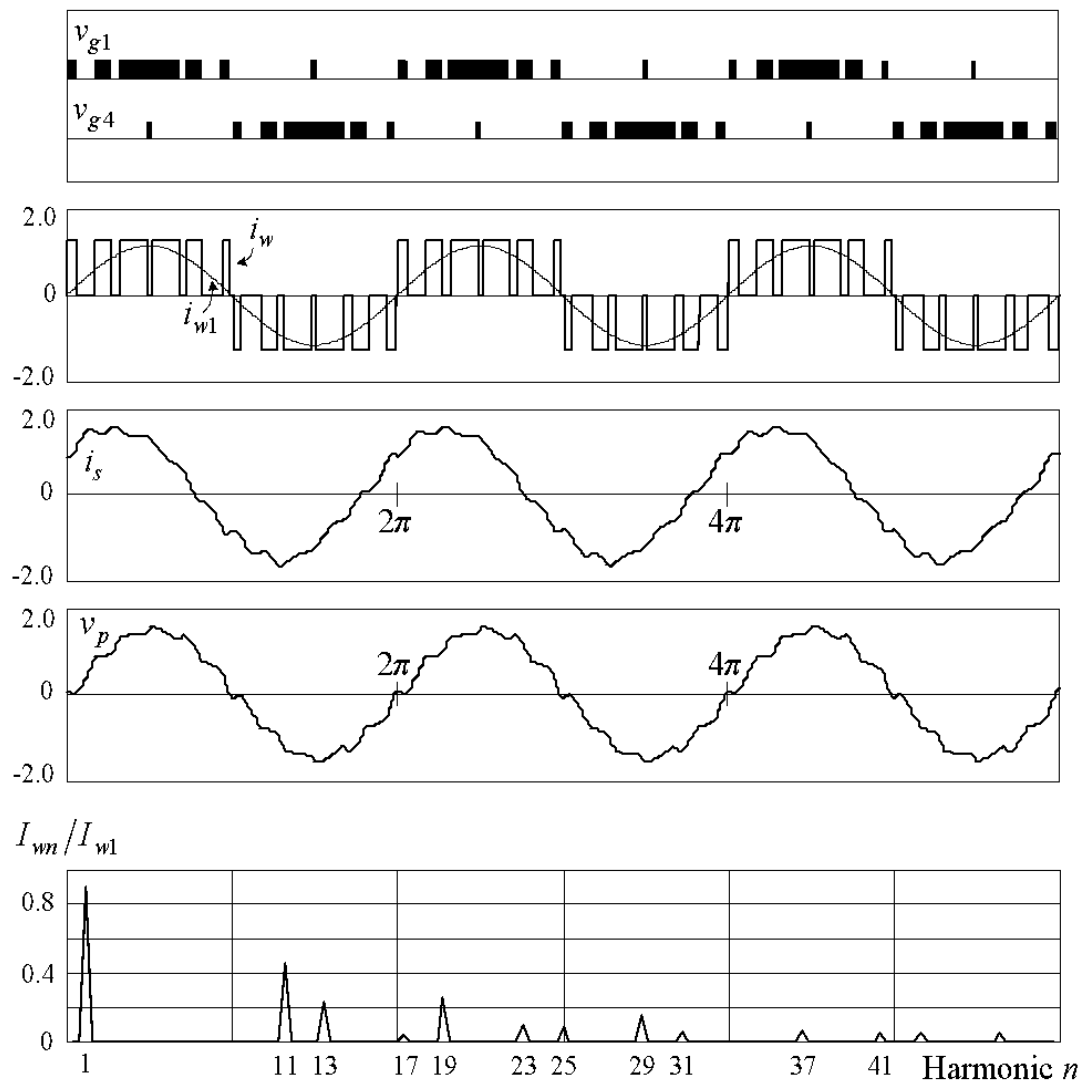
- распределение гармоник



(избавление от 5^{ой} и 7^{ой} гармоники)

Одноместный мостовой выпрямитель

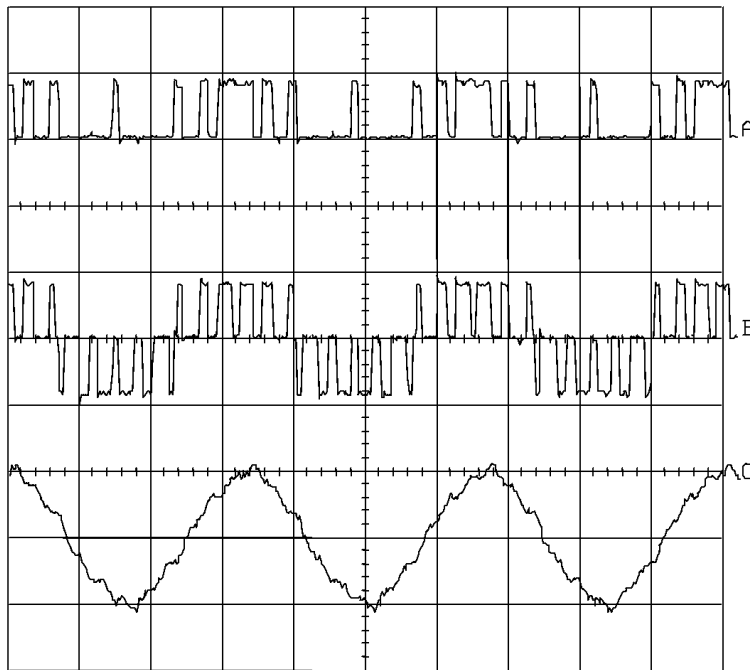
• Графики сигналов



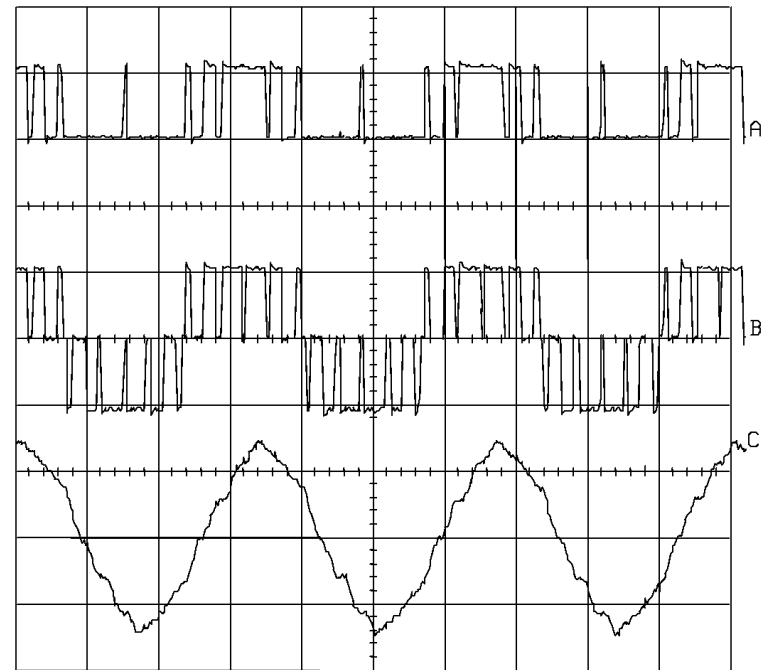
(избавление от 5^{ой} и 7^{ой} гармоника)

Одноместный мостовой выпрямитель

• Экспериментальные данные



$$m_a = 0.7$$



$$m_a = 0.95$$

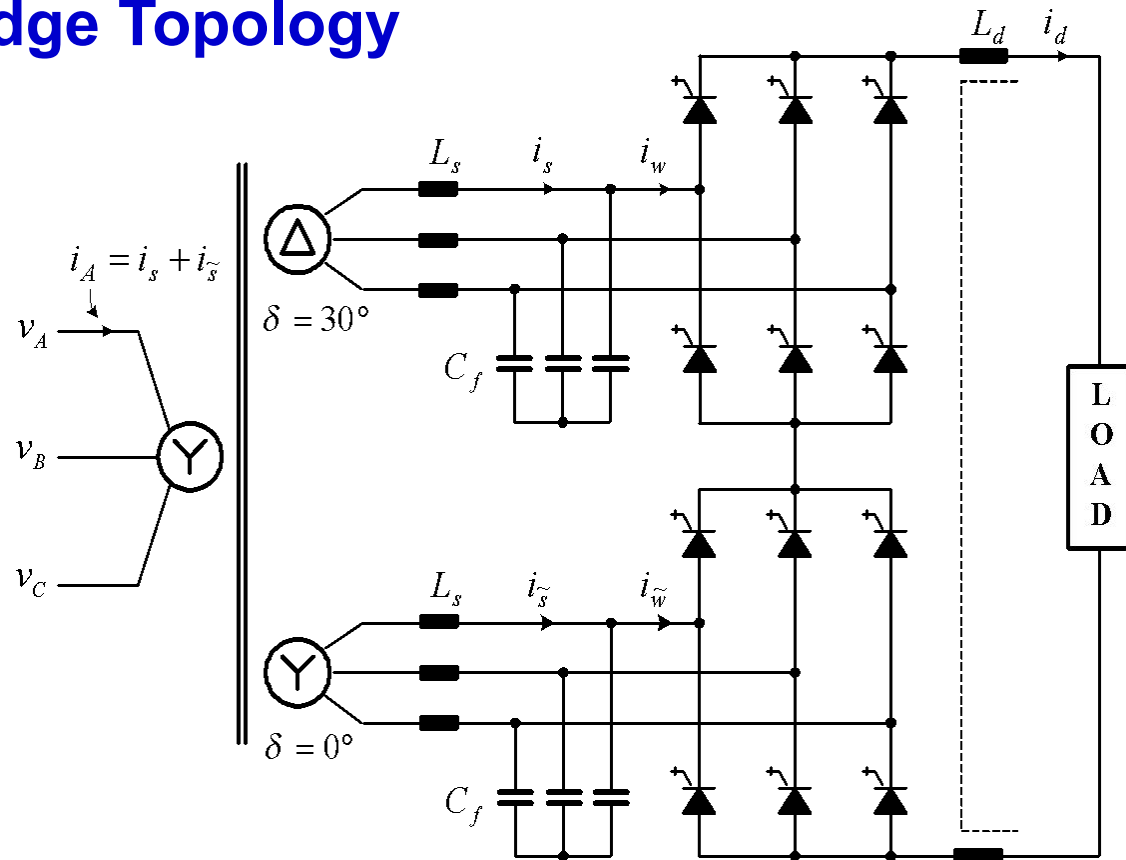
график А: ток в переключатель S1

график В: выпрямитель входного тока i_w

график С: график тока i_s

Single Bridge Rectifier

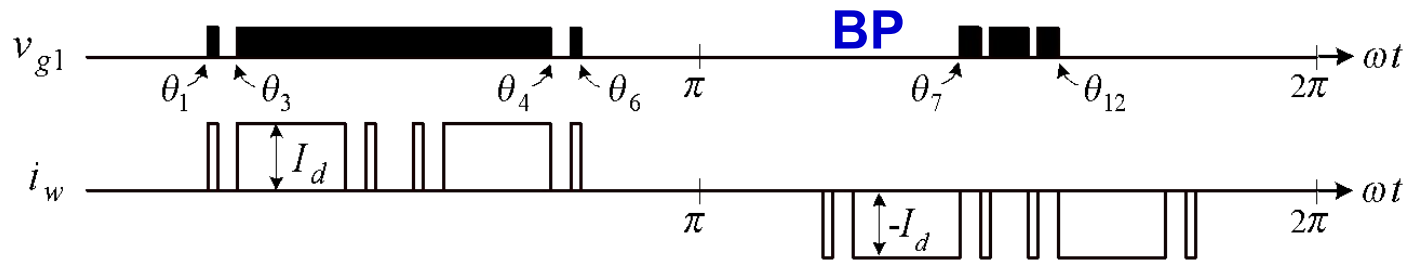
• Dual-Bridge Topology



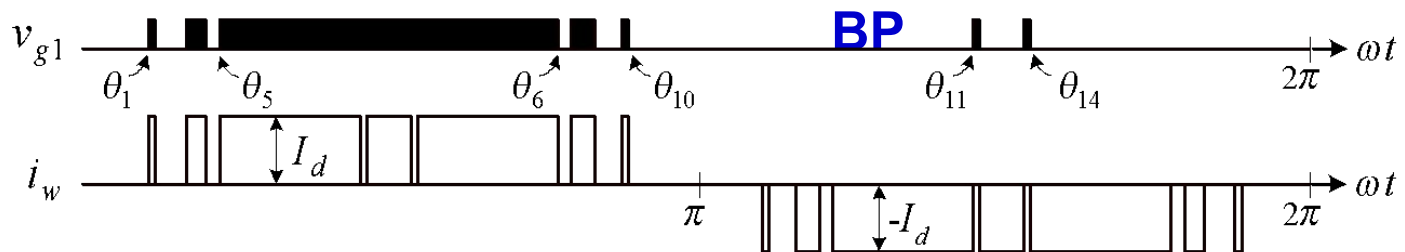
- Use 12-pulse transformer to cancel the 5th and 7th harmonics
- Use PWM to eliminate the 11th and 13th harmonics
- The lowest harmonic in the line current is the 17th
- Very low line current harmonic distortion

Одноместный мостовой выпрямитель

• углы переключения



(a) Switching pattern A for a low m_a

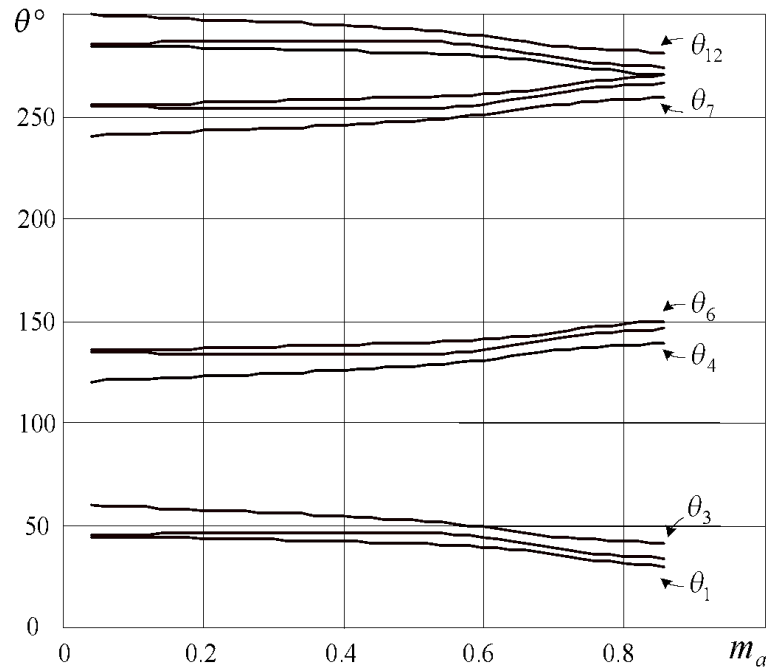


(b) Switching pattern B for a high m_a

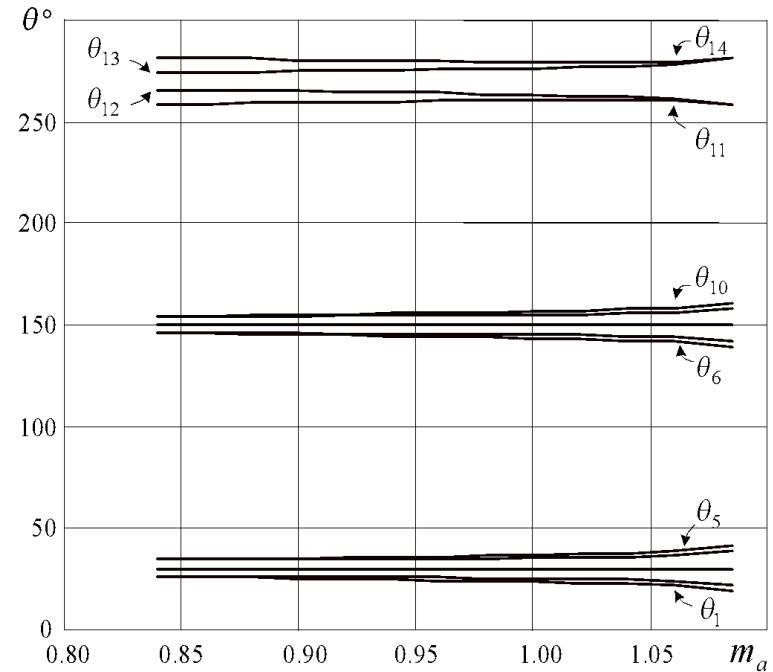
- **Обходной (пренебрегаемый) импульс (BP)**
 - позволяет регулировать i_w
- селективная модуляция ШИМ – ликвидирует
- $11^{ю}$ and $13^{ю}$ гармоники

Dual Bridge Rectifier

- Switching Angles *versus* m_d



Switching pattern A

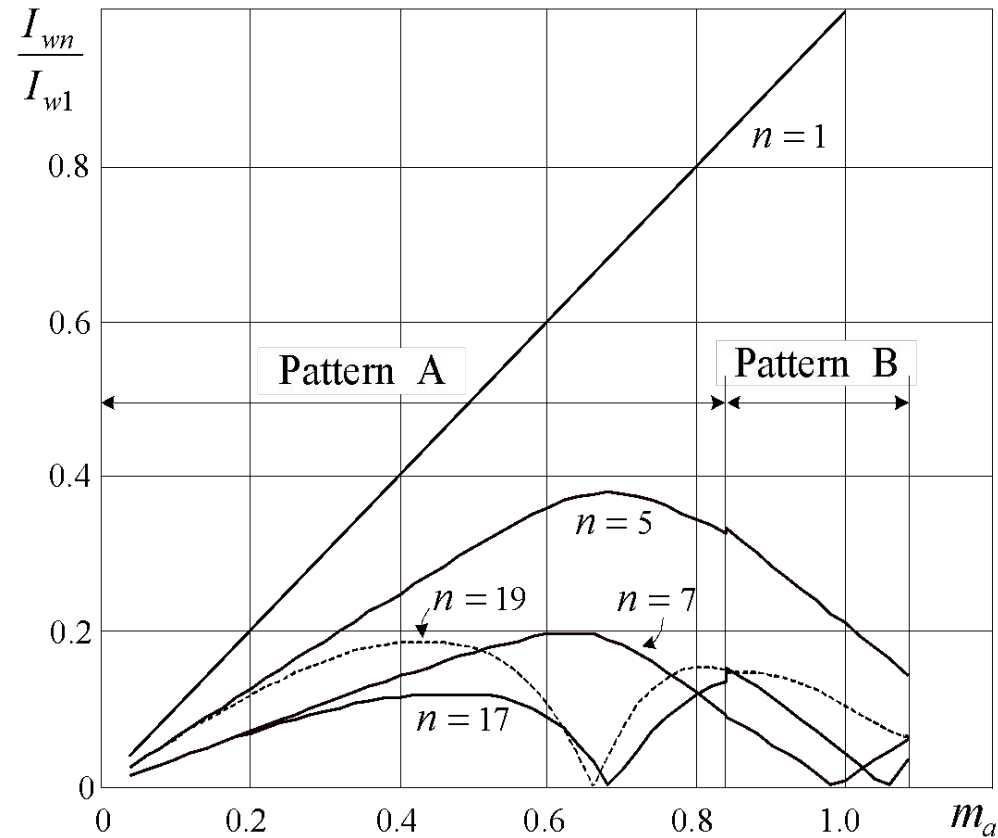


Switching pattern B

(11th and 13th harmonic elimination)

Dual Bridge Rectifier

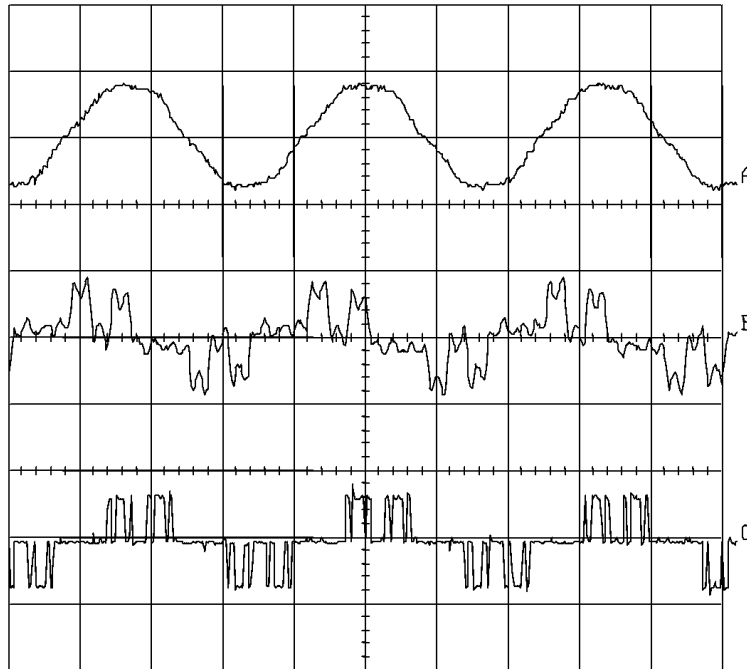
• Harmonic Profile



(11th and 13th harmonic elimination)

Dual Bridge Rectifier

• Experimental Waveforms

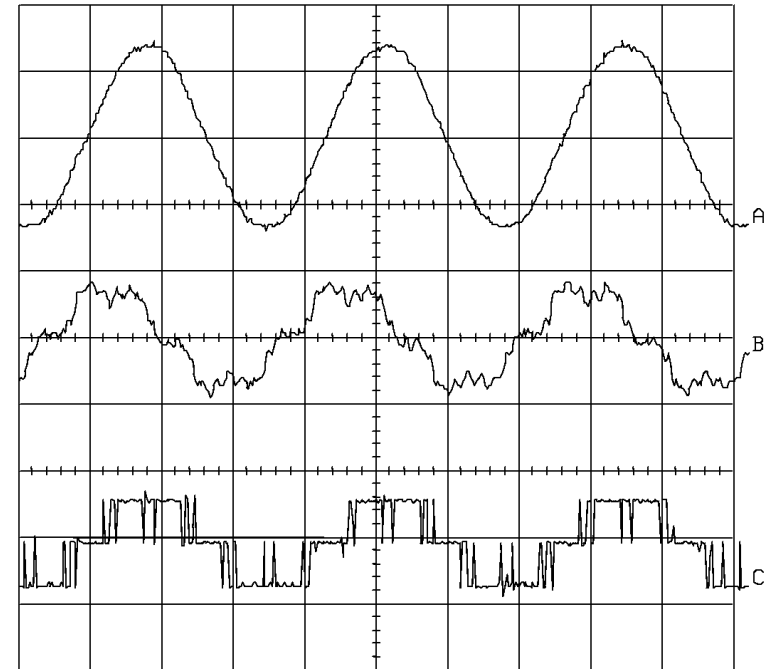


Modulation index: 0.5

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



Modulation index: 0.9

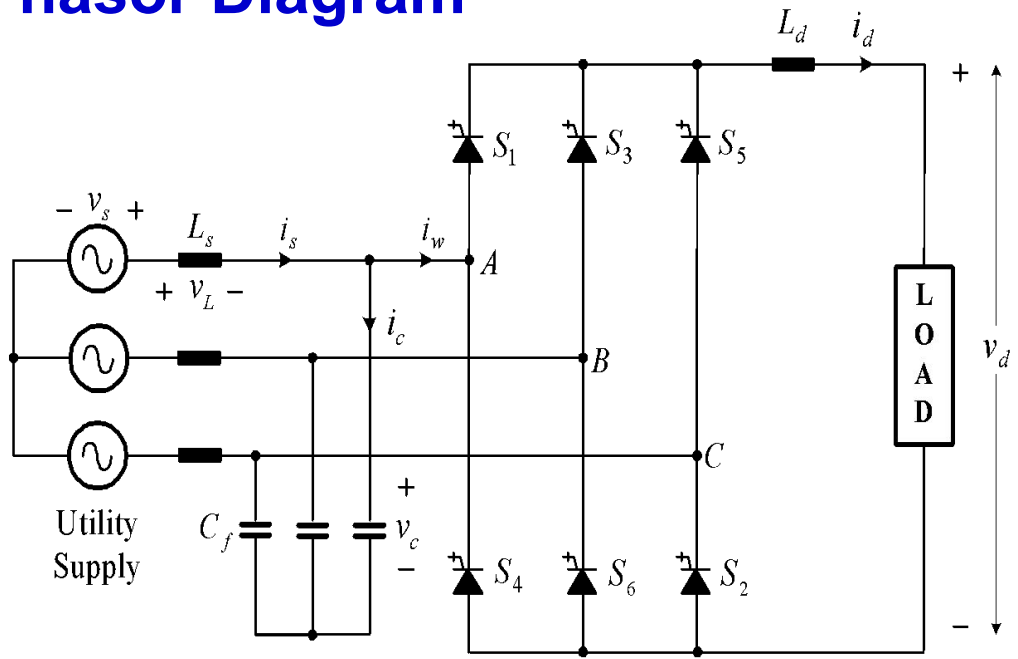
Trace A: i_A - line current on transformer primary side

Trace B: i_s - line current on transformer secondary side

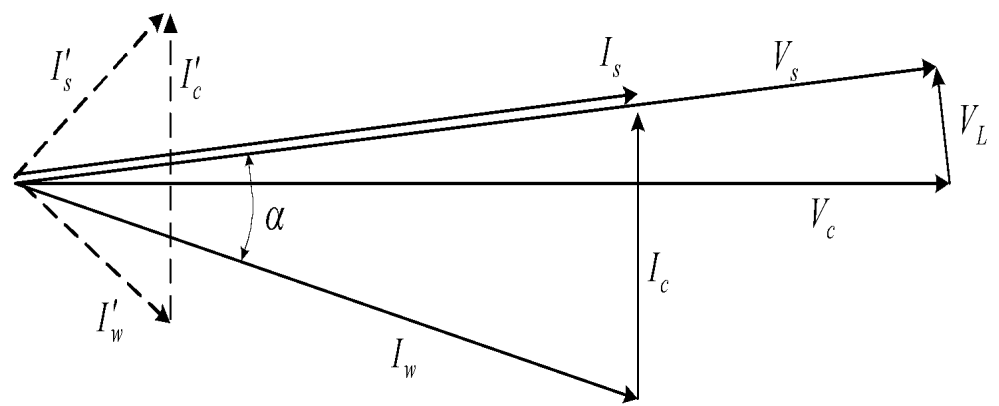
Trace C: i_w - rectifier input current

Power Factor Control

• Phasor Diagram

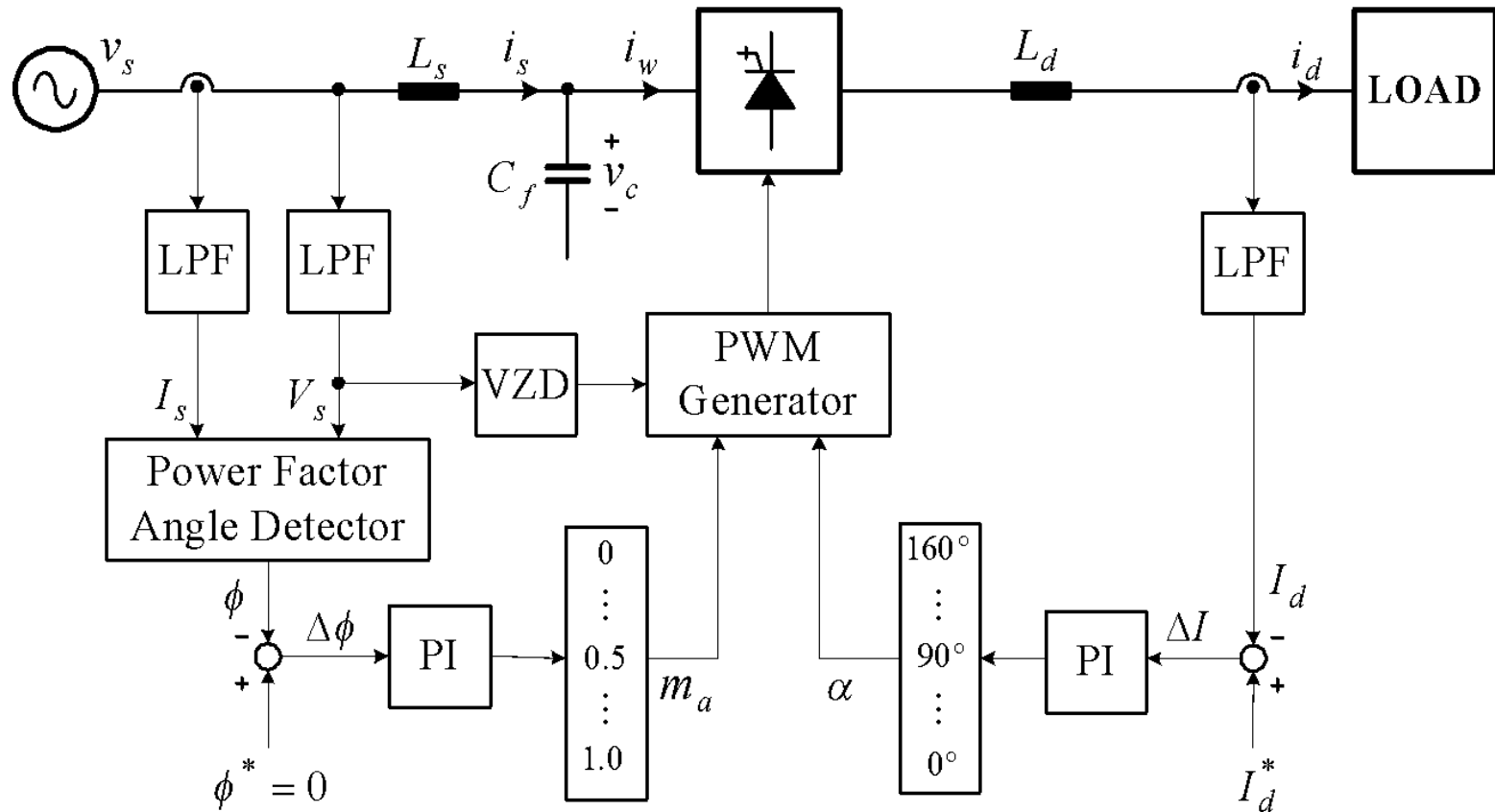


- C_f produces leading PF
- Delay angle control produces lagging PF
- To improve PF, use m_a and delay angle control simultaneously



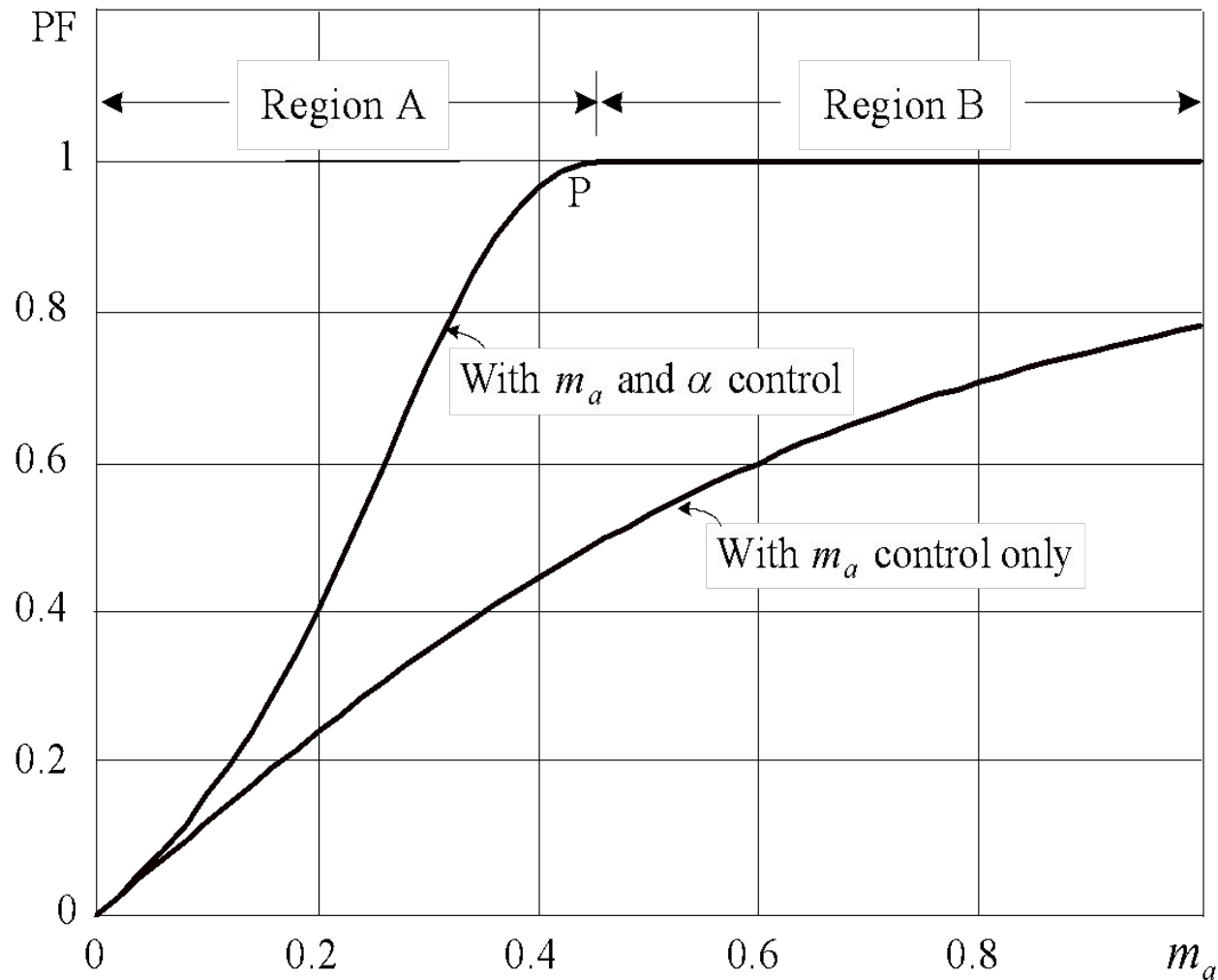
Power Factor Control

• Block Diagram



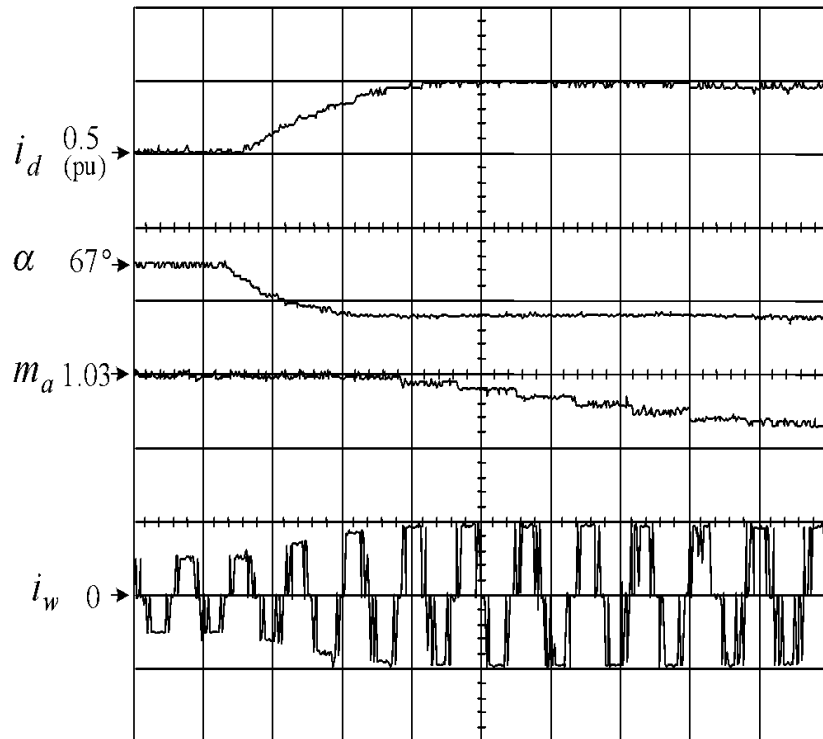
Power Factor Control

- Power Factor Profile

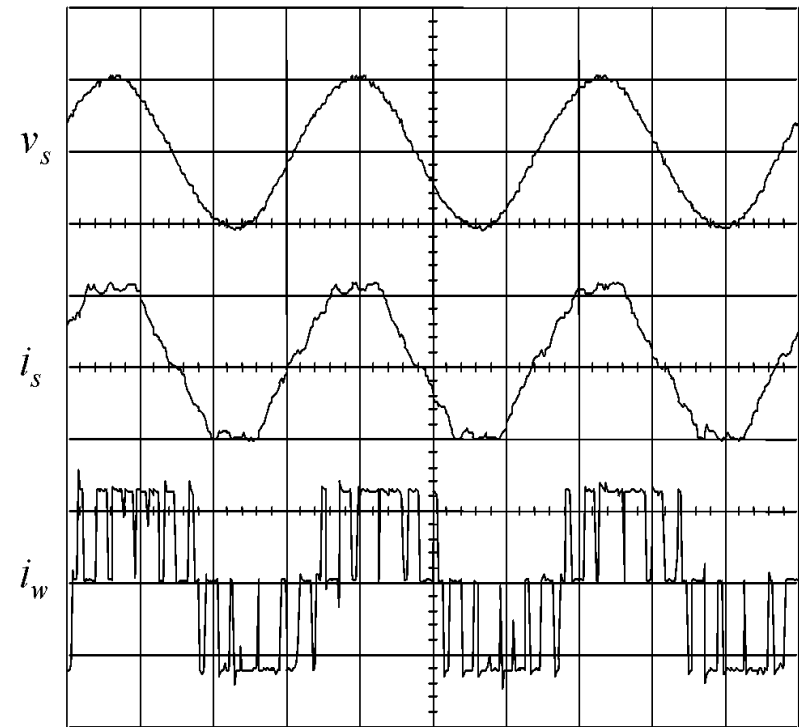


Power Factor Control

• Experiments



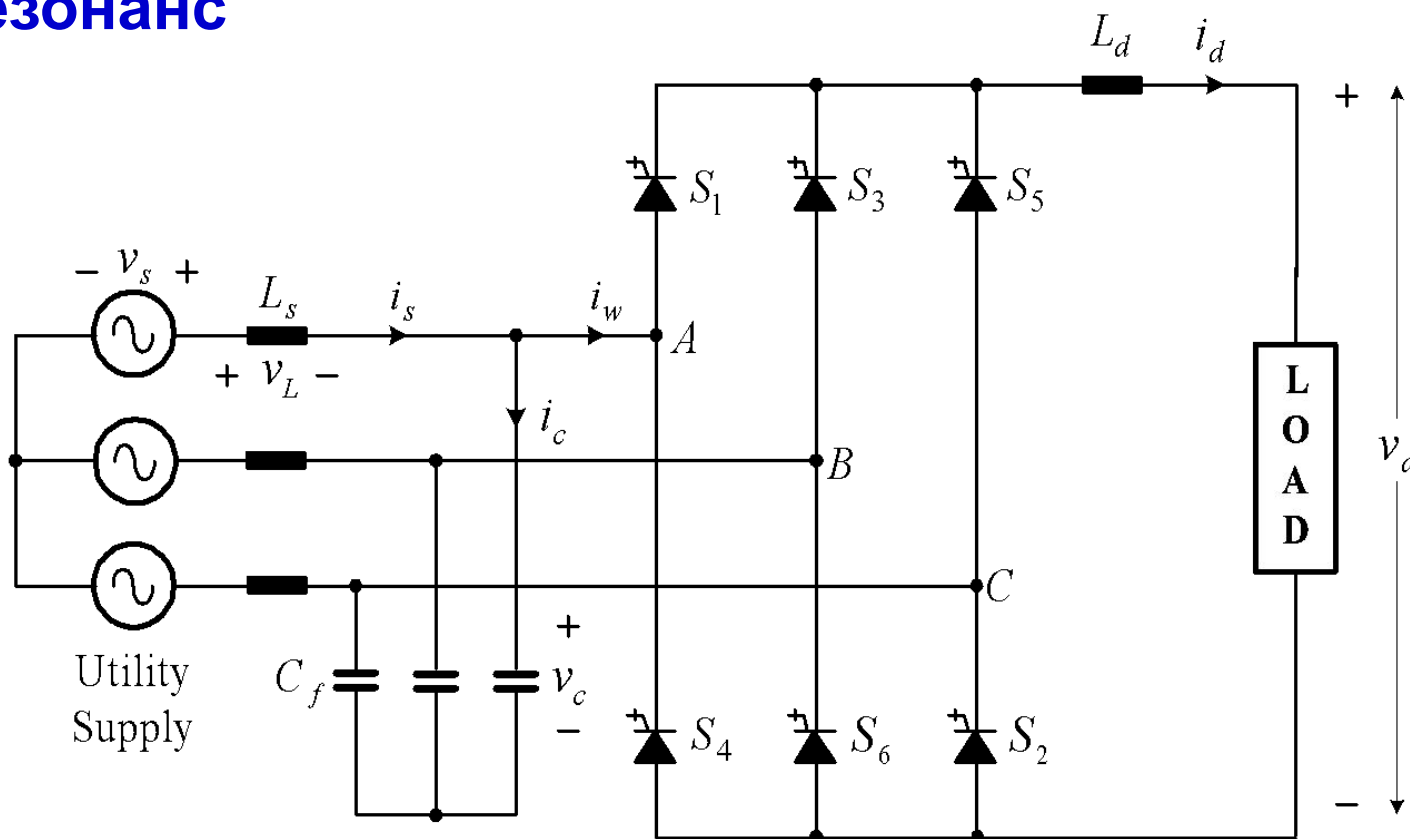
(a) Transient response



(b) Steady state waveforms
(PF = 1)

LC резонанс и активное демпфирование

• LC Резонанс



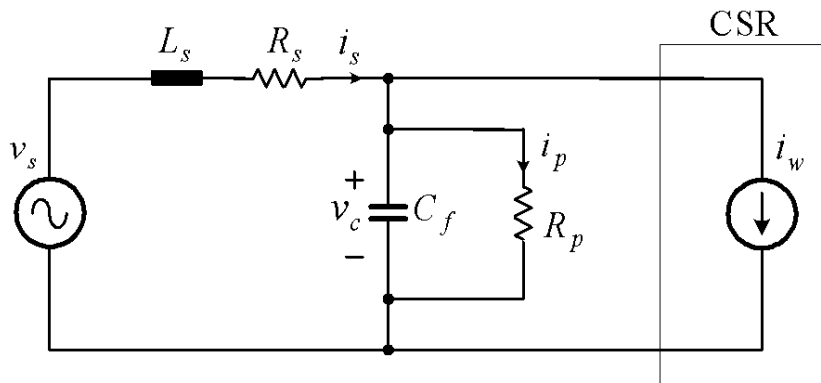
Резонансный режим:
$$\omega_{рез} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s C_f}}$$

Резонанс может быть получен:

- Гармониками питающего напряжения
- Гармониками выпрямленного тока

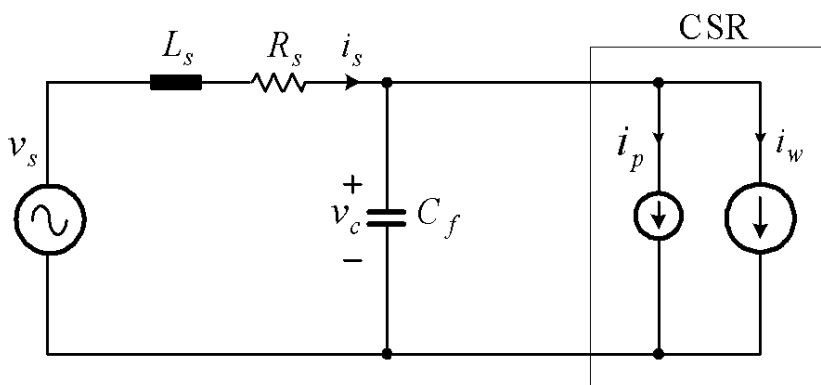
LC резонанс и активное демпфирование

• Пассивное и активное демпфирование



(a) Passive damping

- Пассивное демпфирование:
 R_p – Демпфирующее сопротивление

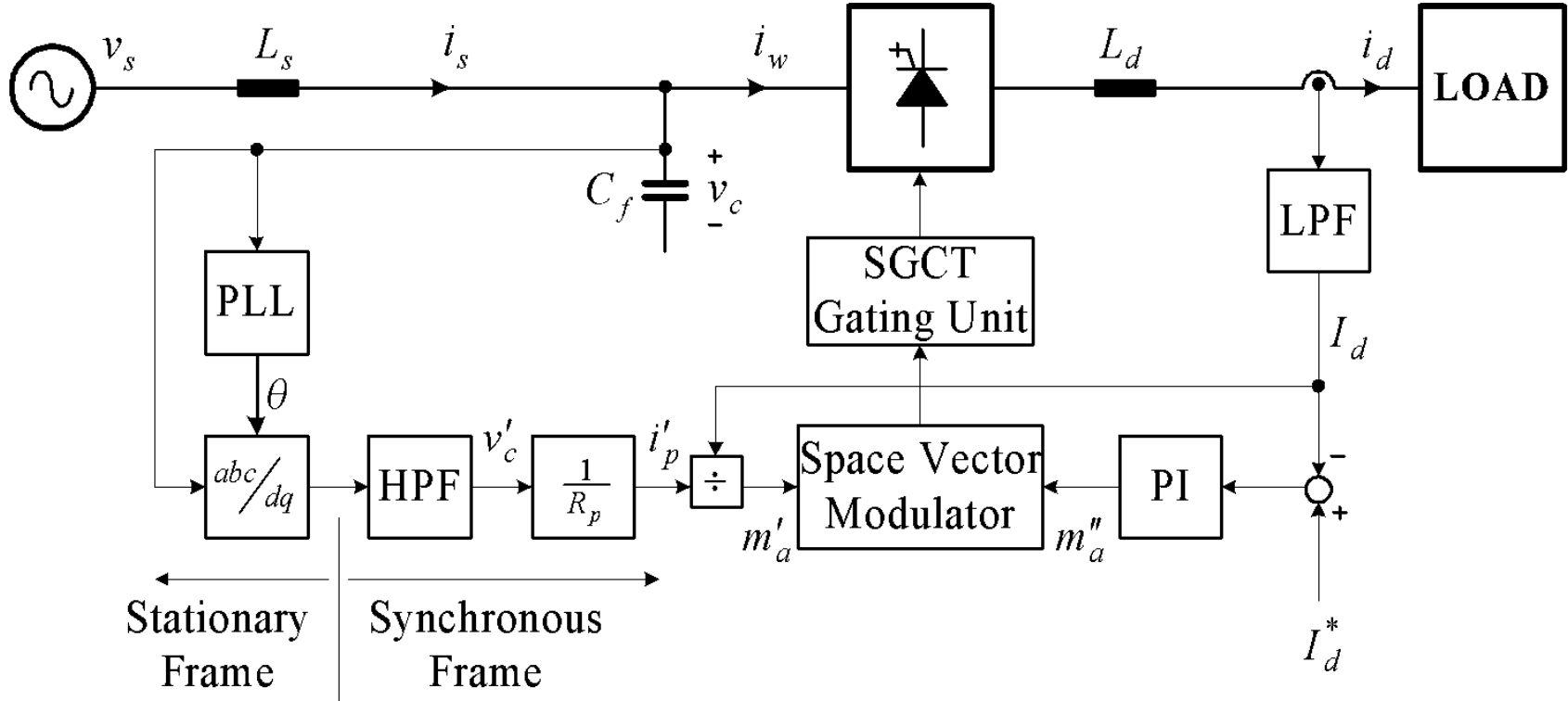


(b) Active damping

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

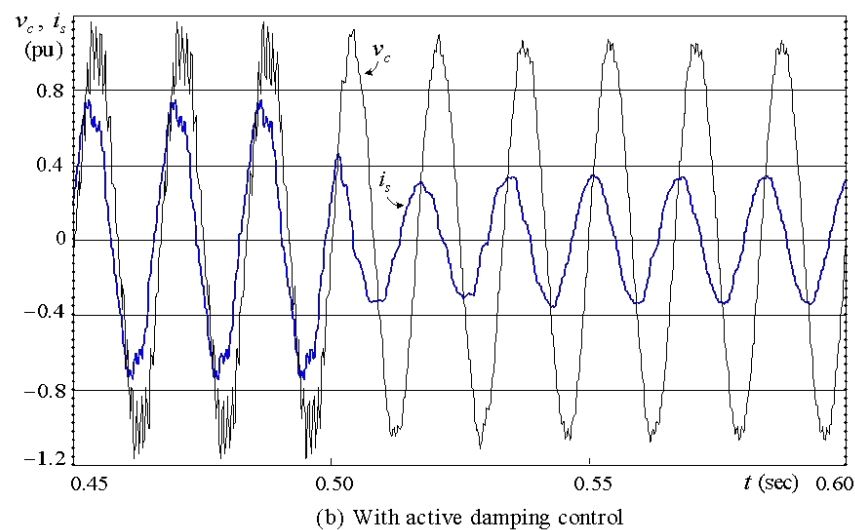
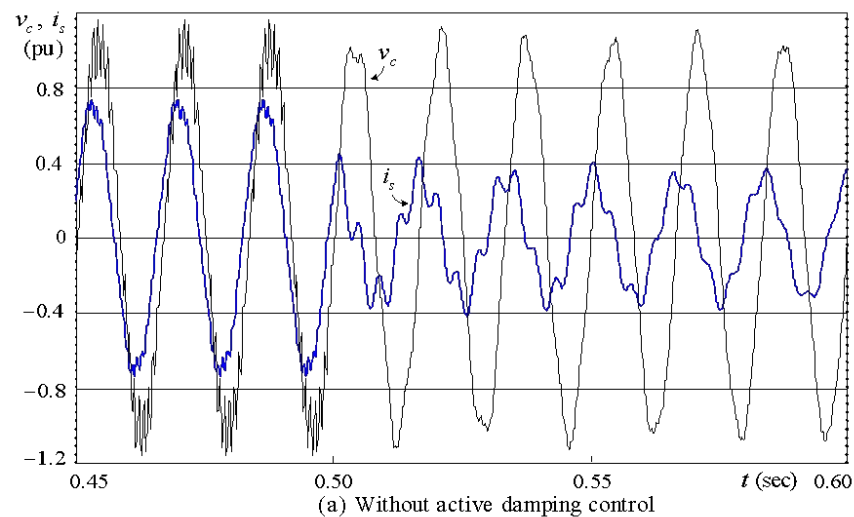
LC резонанс и активное демпфирование

• Блок-схема управления активным демпфером



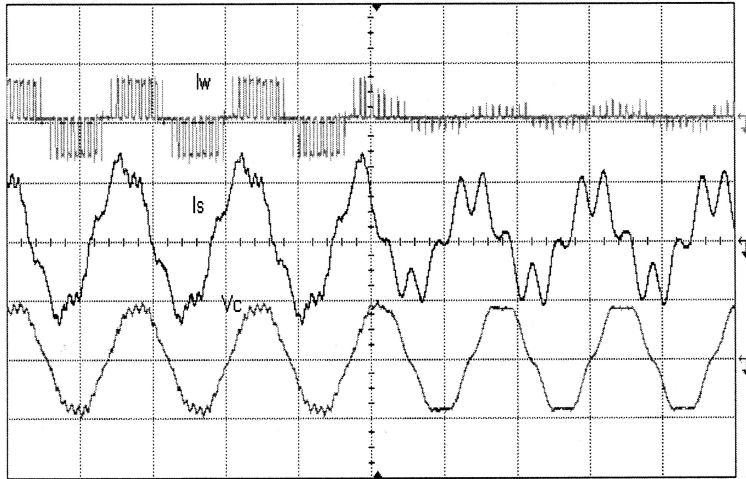
LC резонанс и активное демпфирование

- Смоделированные осциллограммы напряжения v_c и тока i_s



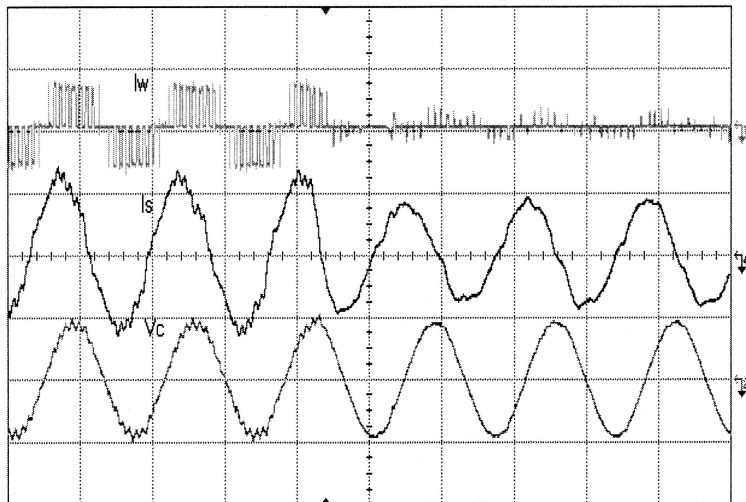
LC резонанс и активное демпфирование

•Реальные измеренные осциллограммы



Без активного демпфера

- Выпрямленный входной ток
- Линейный ток
- Напряжение конденсатора

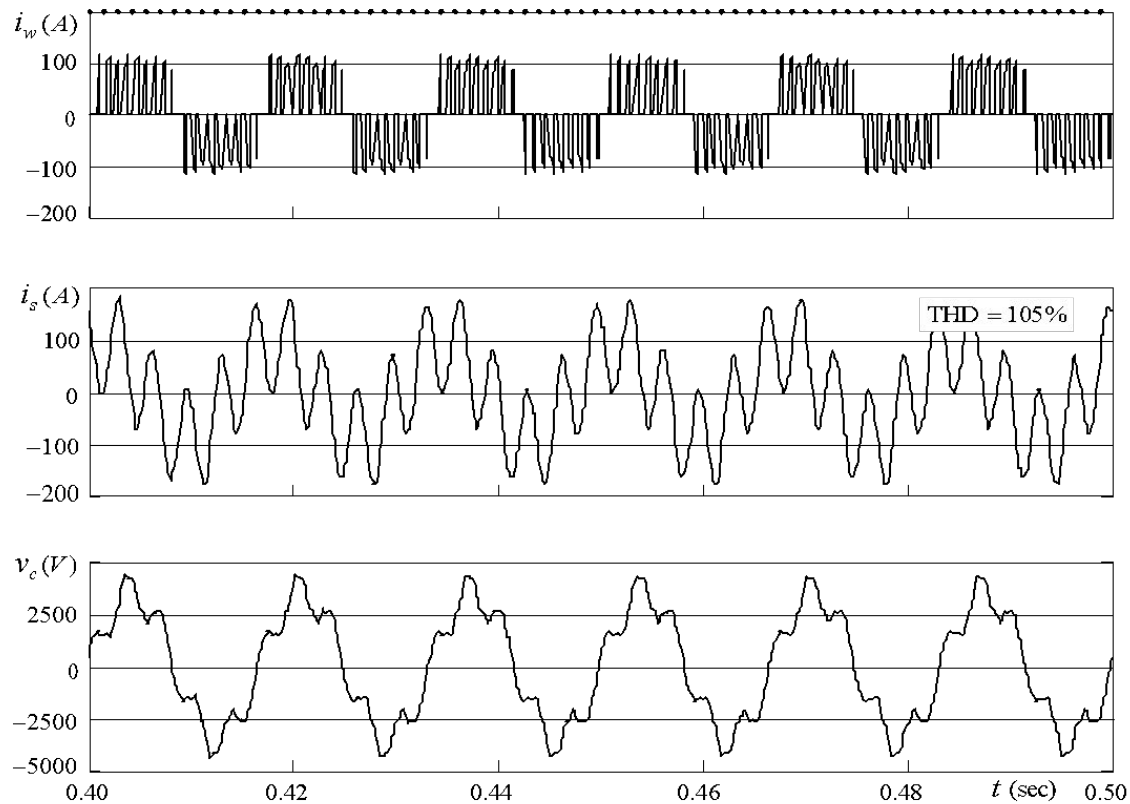


С активным демпфером

- Выпрямленный входной ток
- Линейный ток
- Напряжение конденсатора

LC резонанс и активное демпфирование

- Стационарные осциллограммы без активного демпфирования

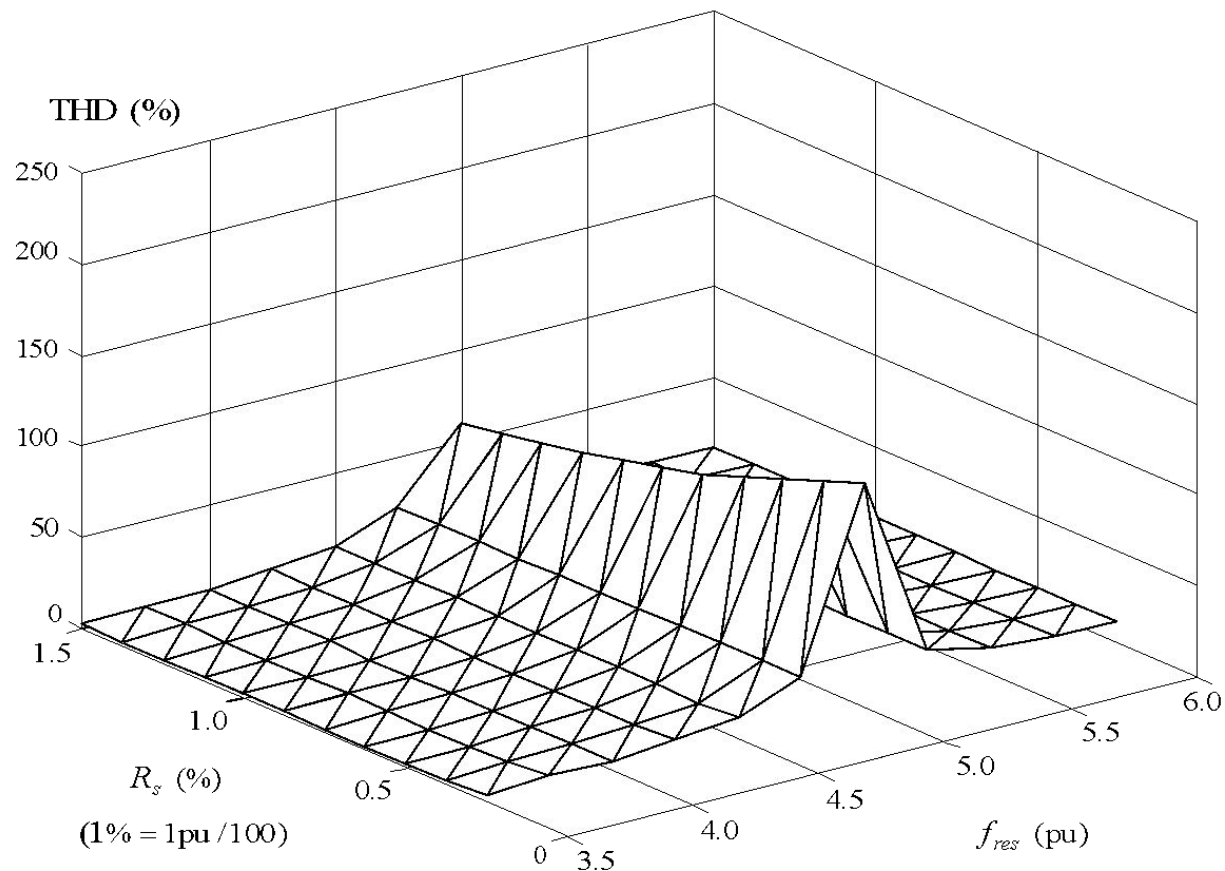


Без управления активным демпфером

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

LC резонанс и активное демпфирование

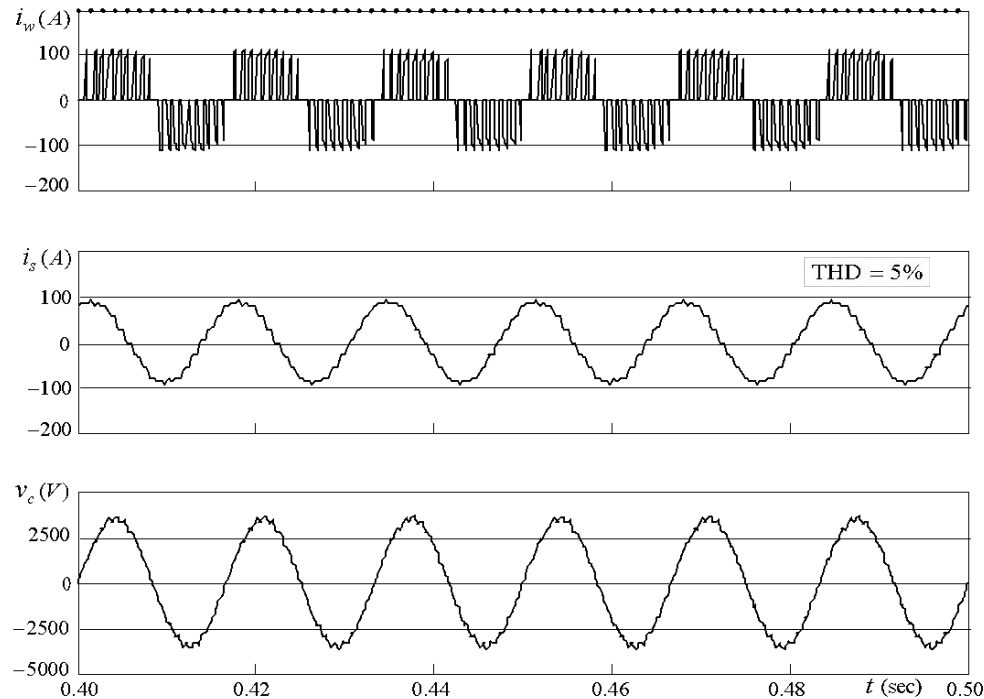
- **Линейный ток THD**



Без управления активным демпфером

LC резонанс и активное демпфирование

• Стационарные осциллограммы с активным демпфированием

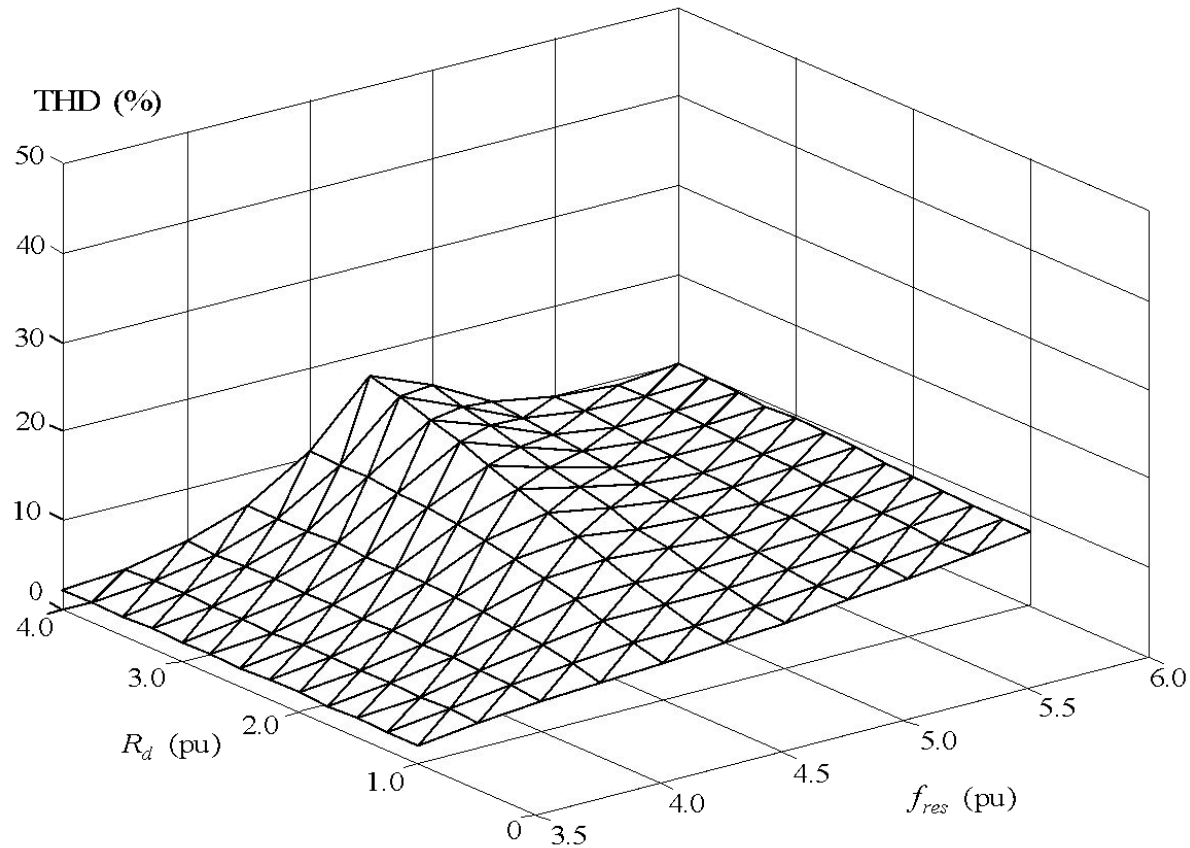


С управлением активным демпфером

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

LC резонанс и активное демпфирование

- **Линейный ток THD**



С управлением активным демпфером



Спасибо!