

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

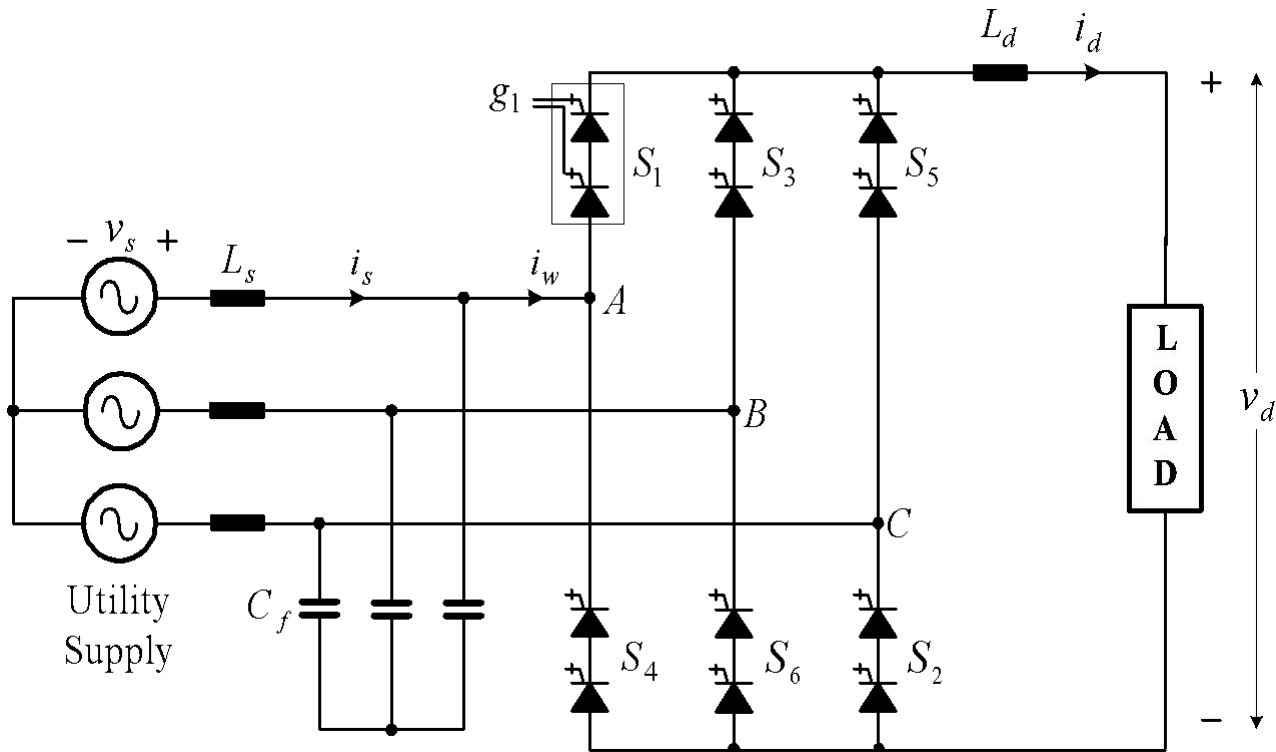
ШИМ Выпрямители источника тока

Темы лекции

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

Одноместный мостовой выпрямитель

• Схема преобразователя

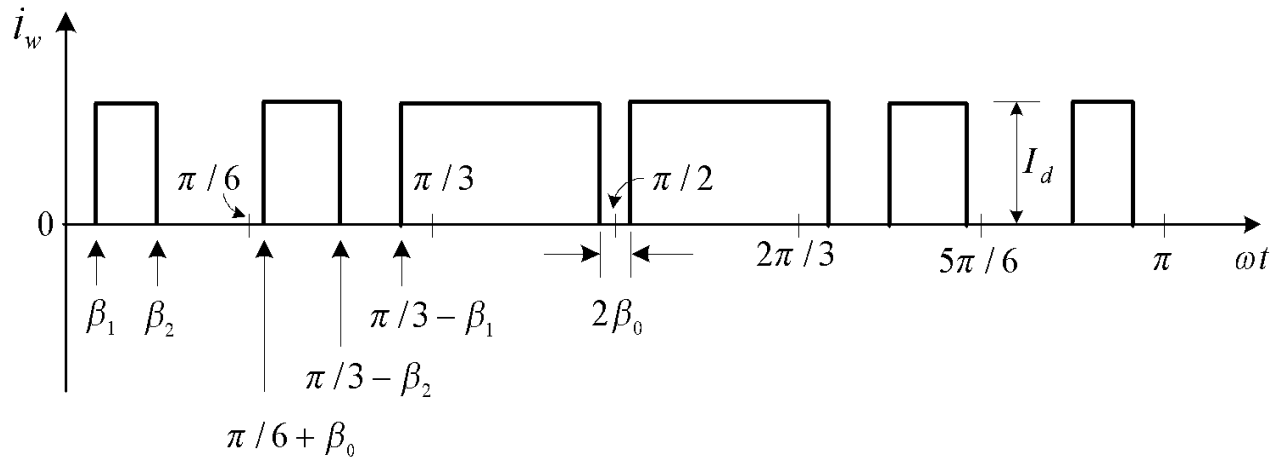


- коммутационные устройства:
Симметричный GCT
(коммутируемый по затвору тиристор)

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

Одноместный мостовой выпрямитель

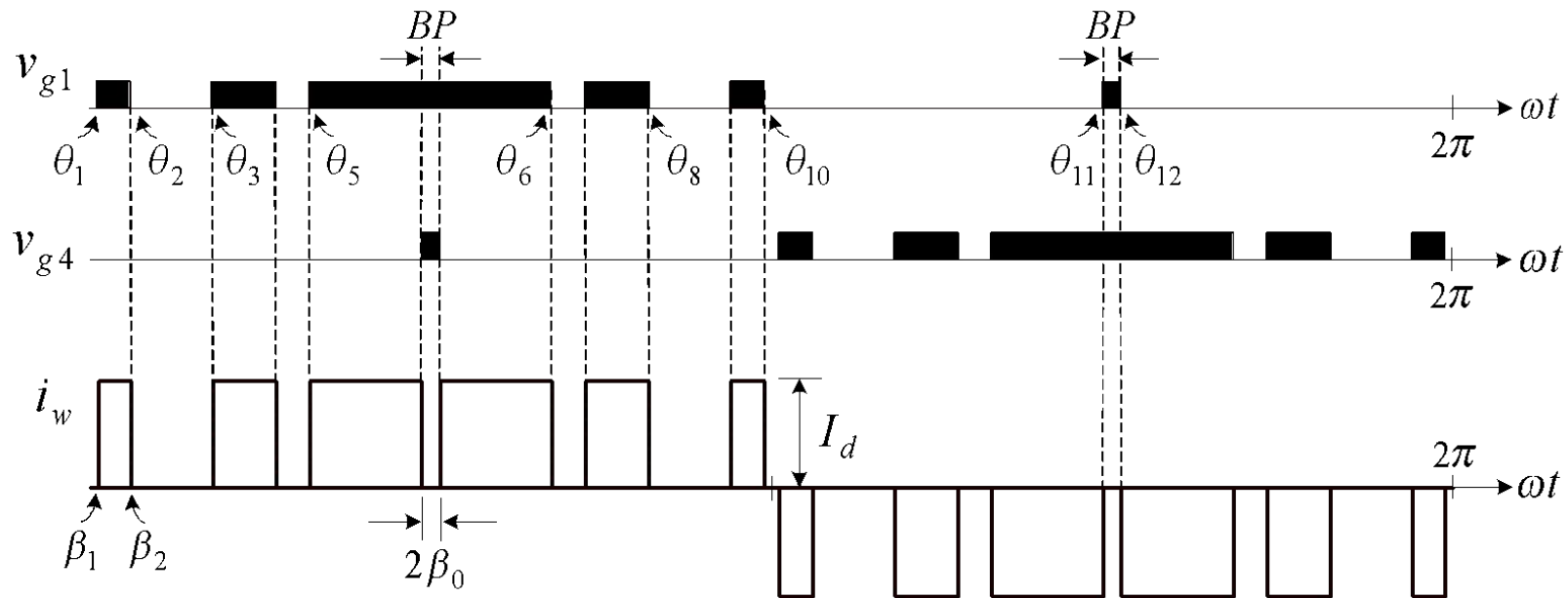
• Выпрямитель входного сигнала тока



- 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

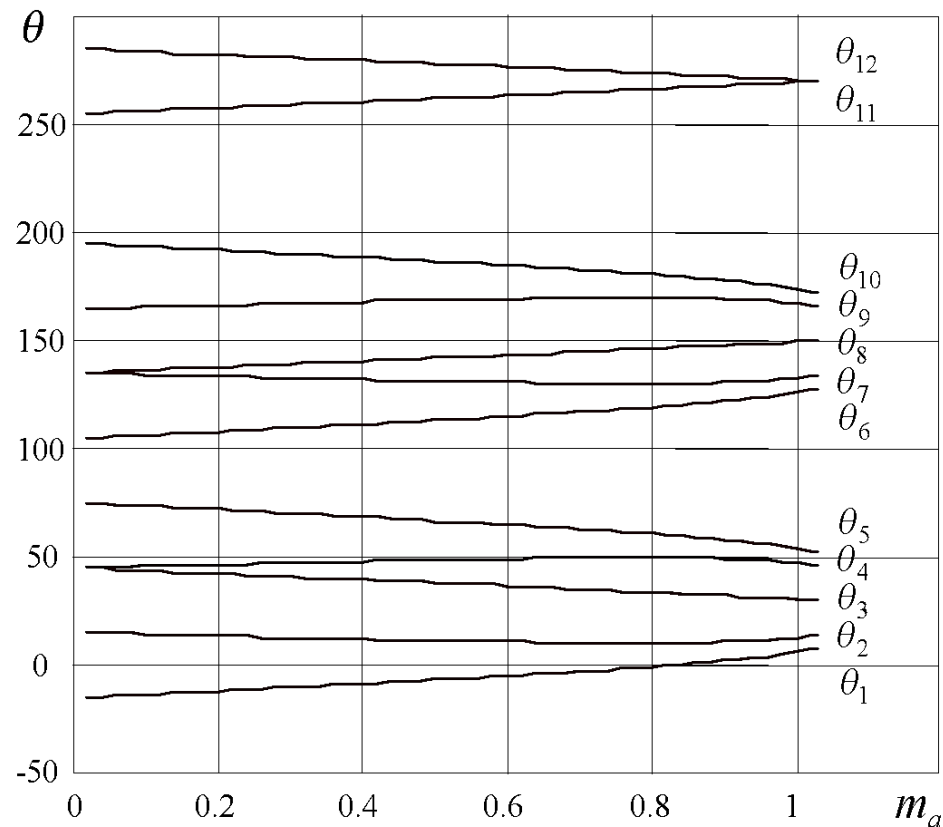
• Переключение углов



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

Одноместный мостовой выпрямитель

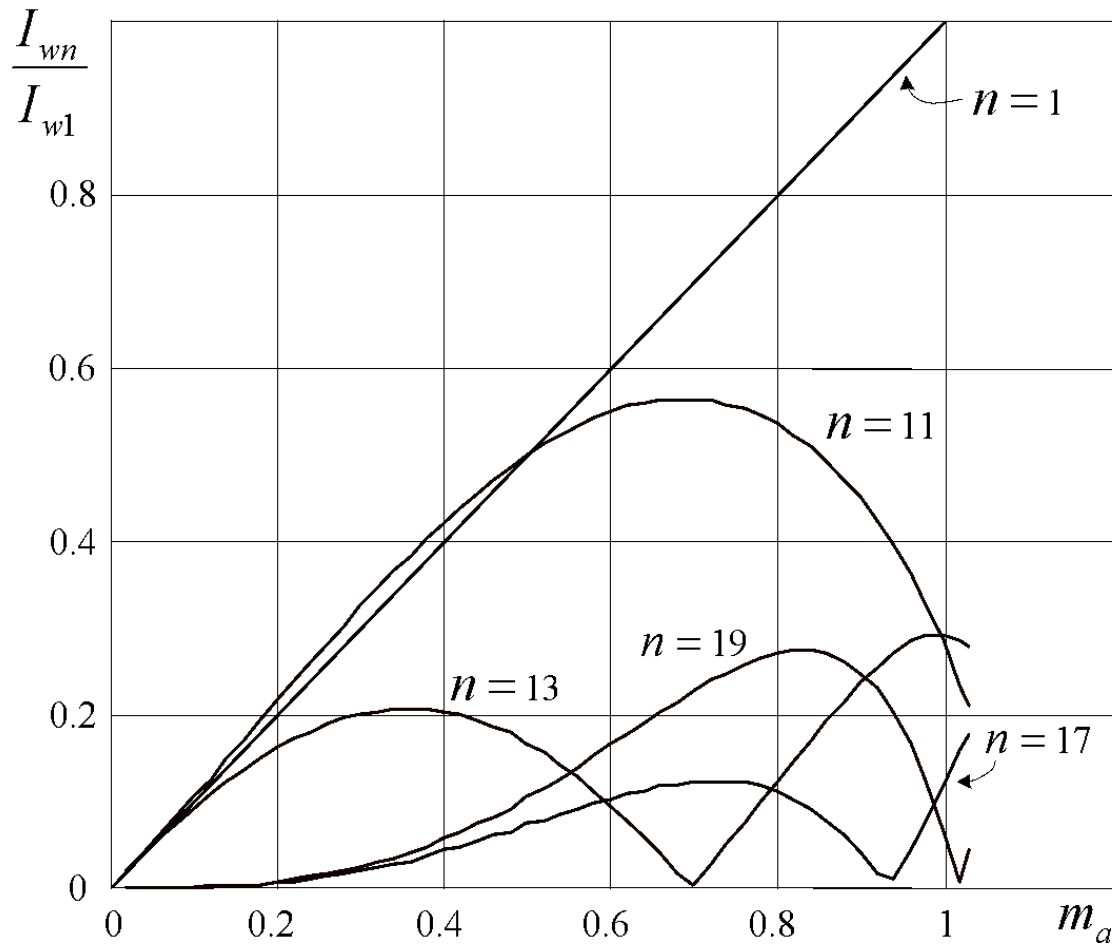
- углы переключения в зависимости m_a



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

Одноместный мостовой выпрямитель

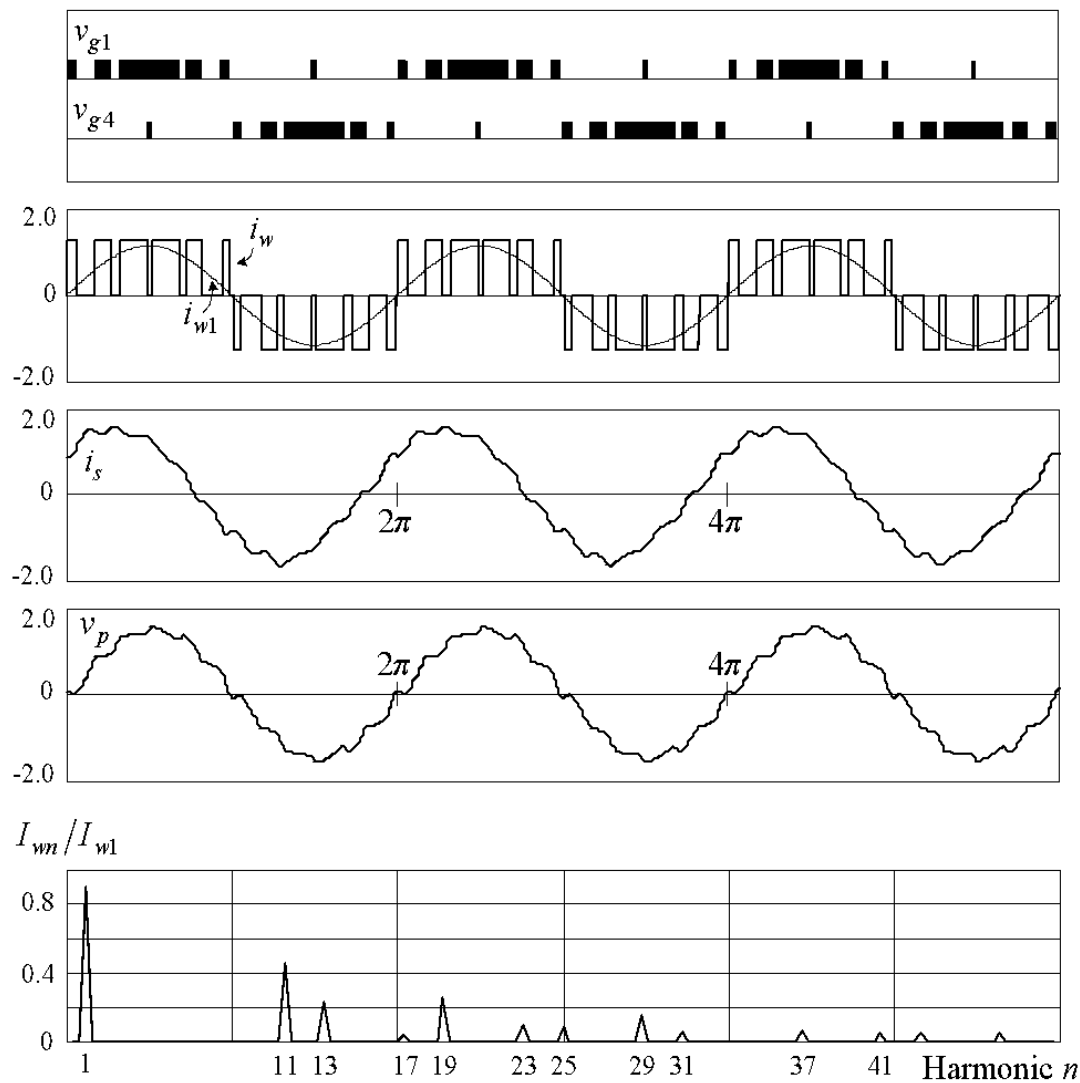
- распределение гармоник



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

Одноместный мостовой выпрямитель

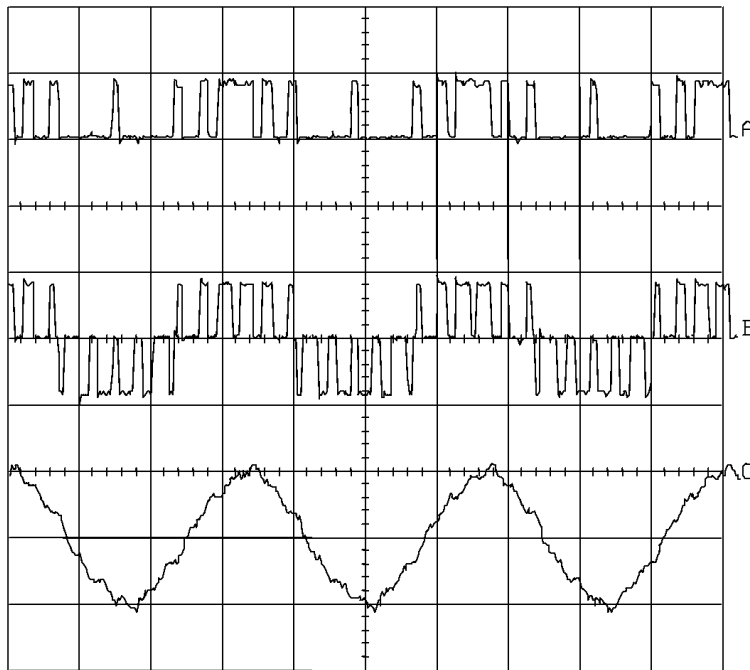
• Графики сигналов



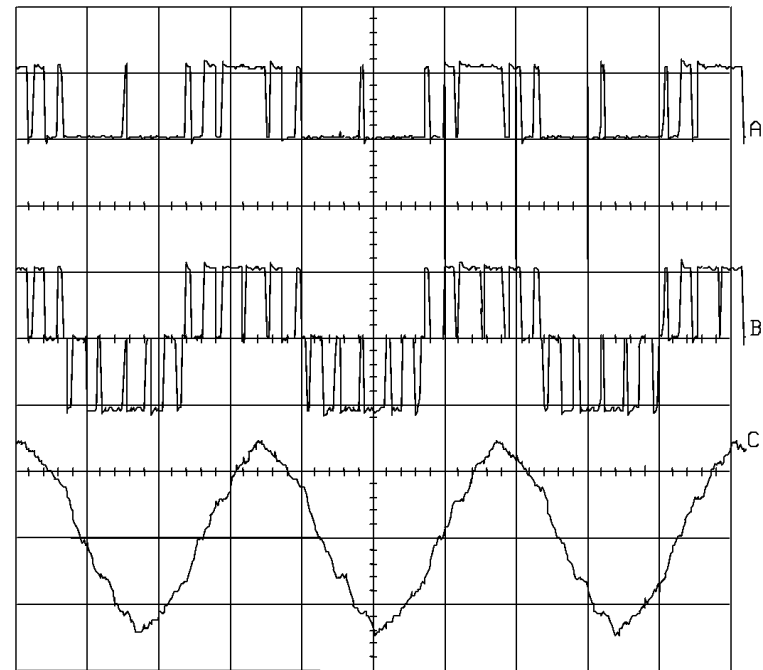
(избавление от 5^{ой} и 7^{ой} гармоники)

Одноместный мостовой выпрямитель

• Экспериментальные данные



$$m_a = 0.7$$



$$m_a = 0.95$$

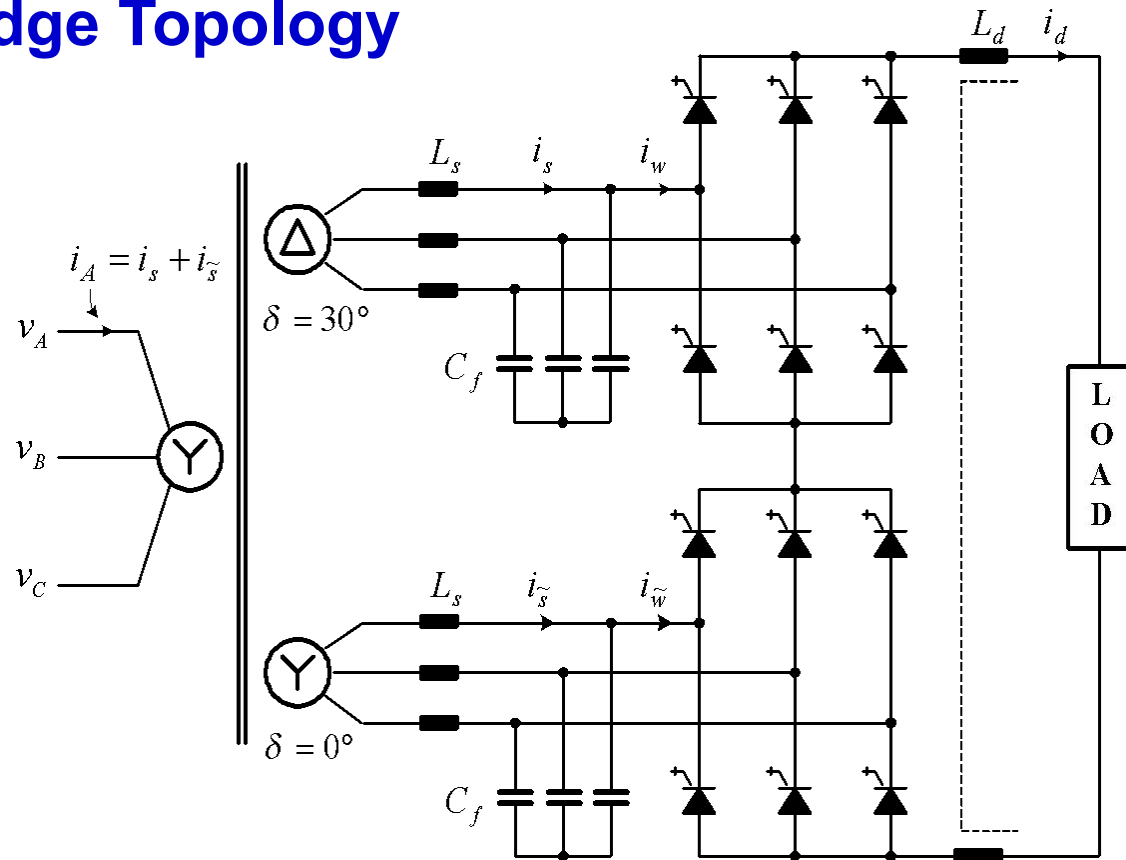
график А: ток в переключатель S1

график В: выпрямитель входного тока i_w

график С: график тока i_s

Single Bridge Rectifier

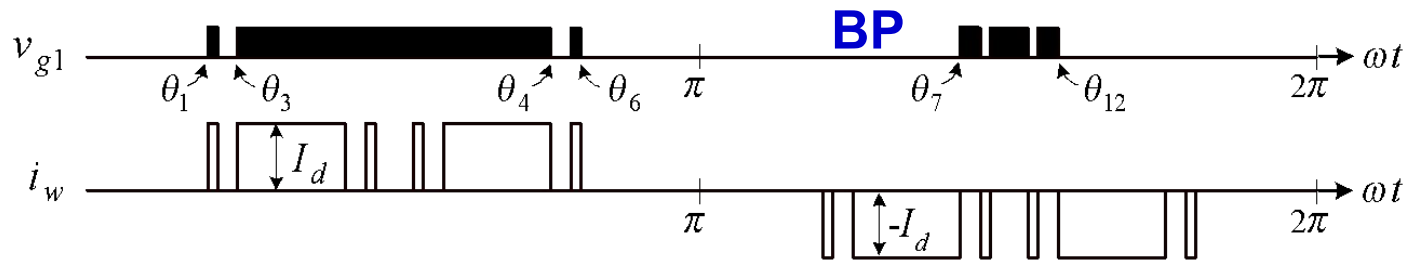
• Dual-Bridge Topology



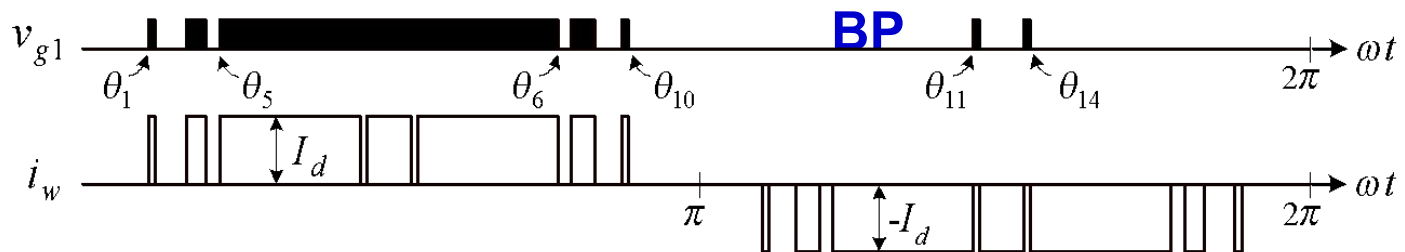
- Use 12-pulse transformer to cancel the 5th and 7th harmonics
- Use PWM to eliminate the 11th and 13th harmonics
- The lowest harmonic in the line current is the 17th
- Very low line current harmonic distortion

Одноместный мостовой выпрямитель

• углы переключения



(a) Switching pattern A for a low m_a

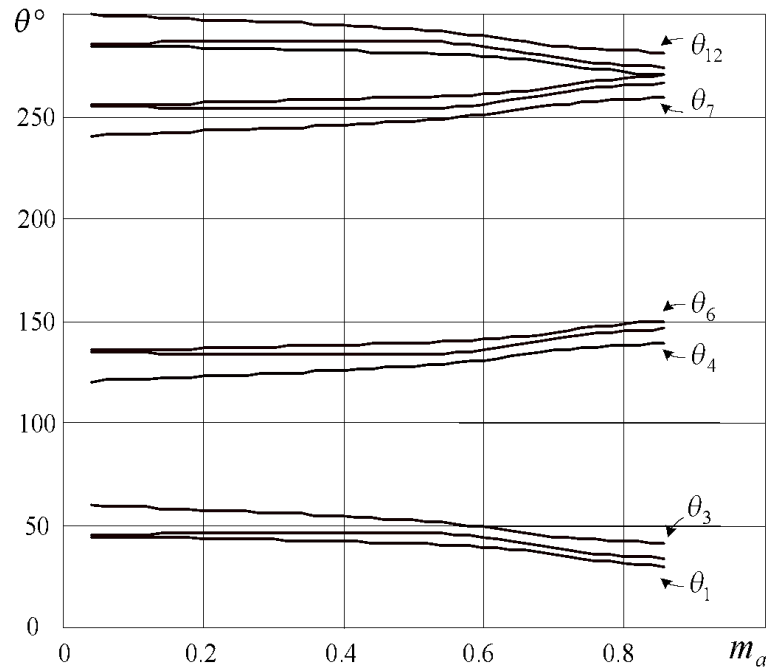


(b) Switching pattern B for a high m_a

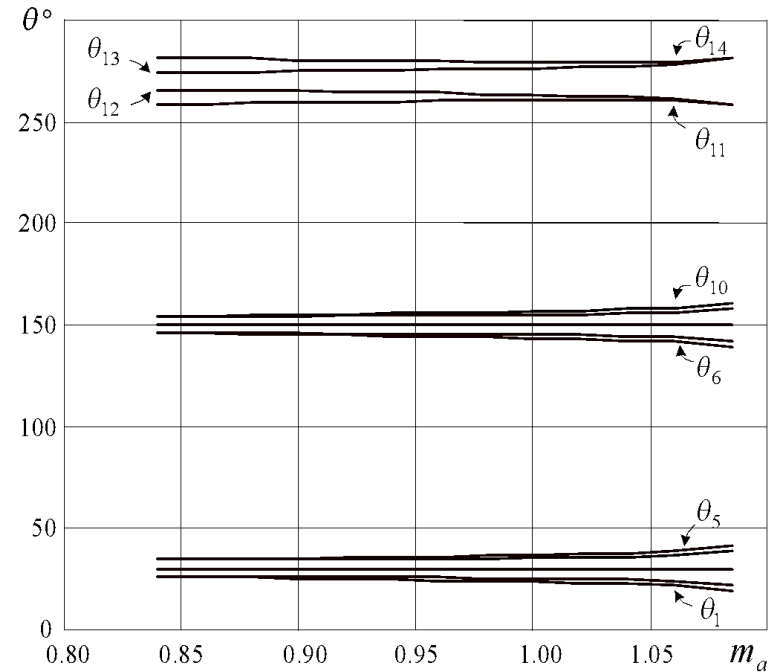
- **Обходной (пренебрегаемый) импульс (BP)**
 - позволяет регулировать i_w
- селективная модуляция ШИМ – ликвидирует
- $11^{ю}$ and $13^{ю}$ гармоники

Dual Bridge Rectifier

- Switching Angles *versus* m_d



Switching pattern A

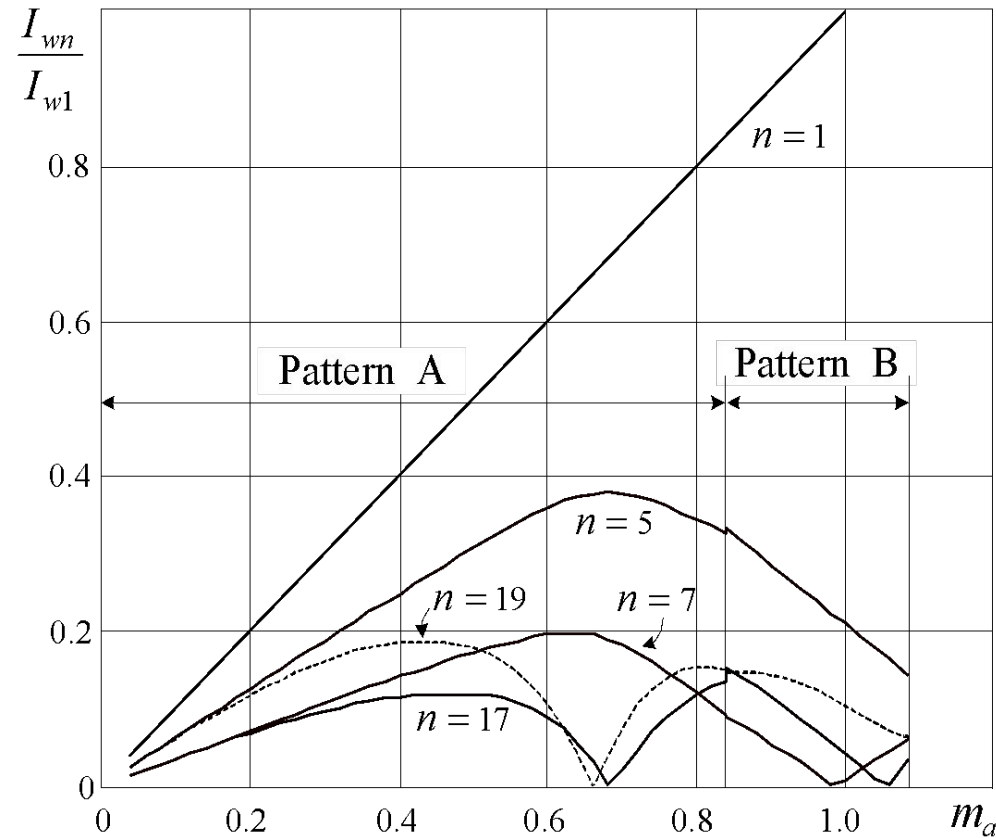


Switching pattern B

(11th and 13th harmonic elimination)

Dual Bridge Rectifier

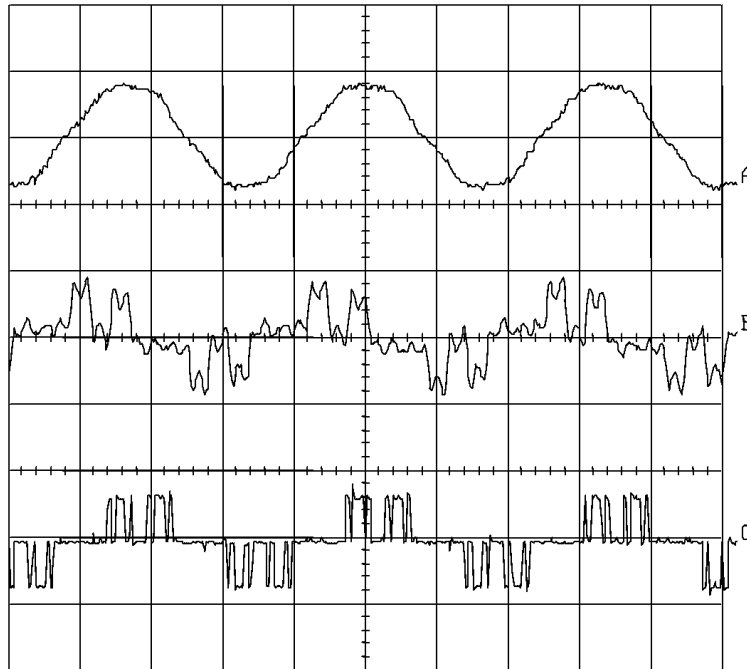
• Harmonic Profile



(11th and 13th harmonic elimination)

Dual Bridge Rectifier

• Experimental Waveforms

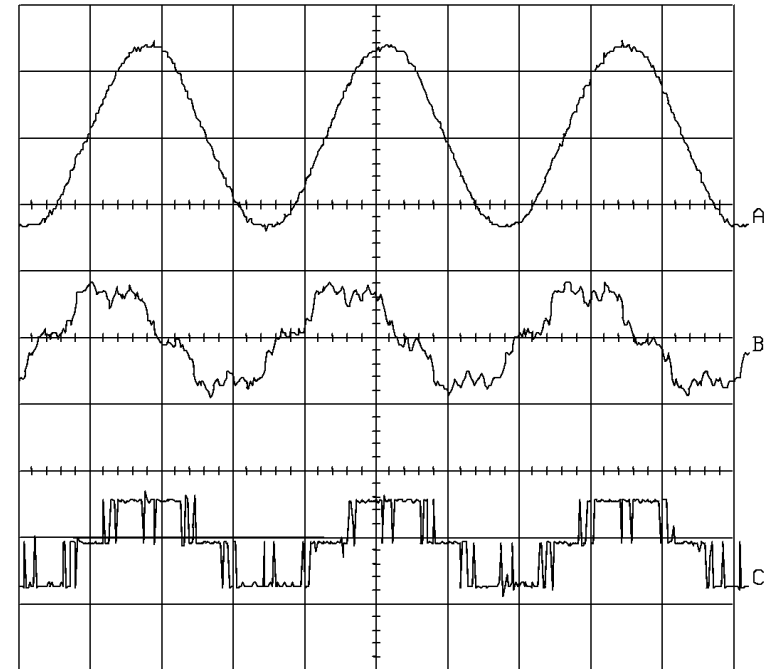


Modulation index: 0.5

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

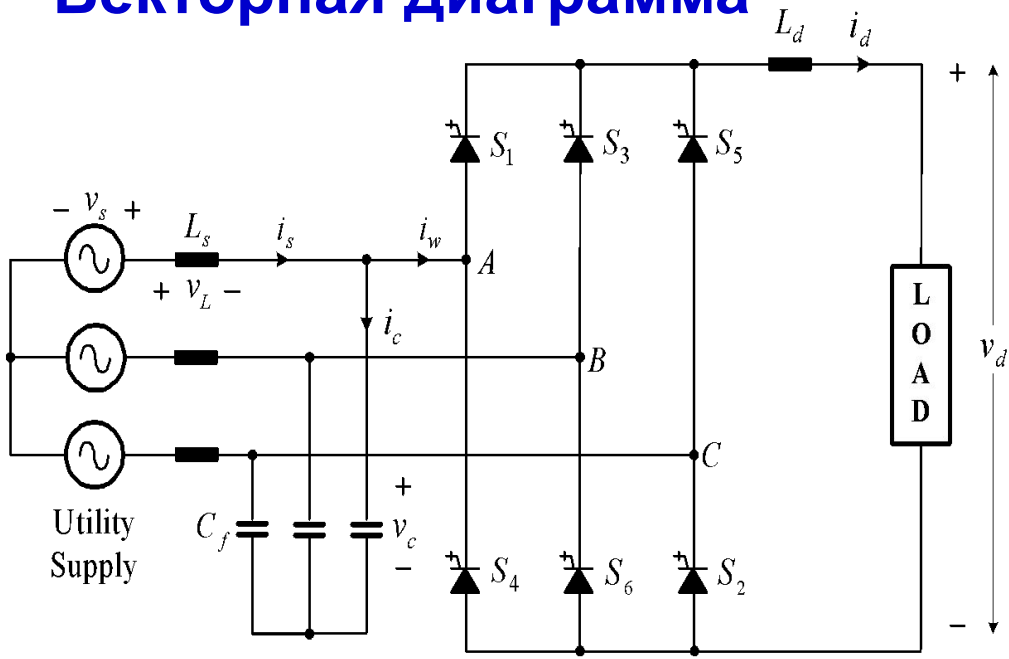
Trace A: i_A - line current on transformer primary side

Trace B: i_s - line current on transformer secondary side

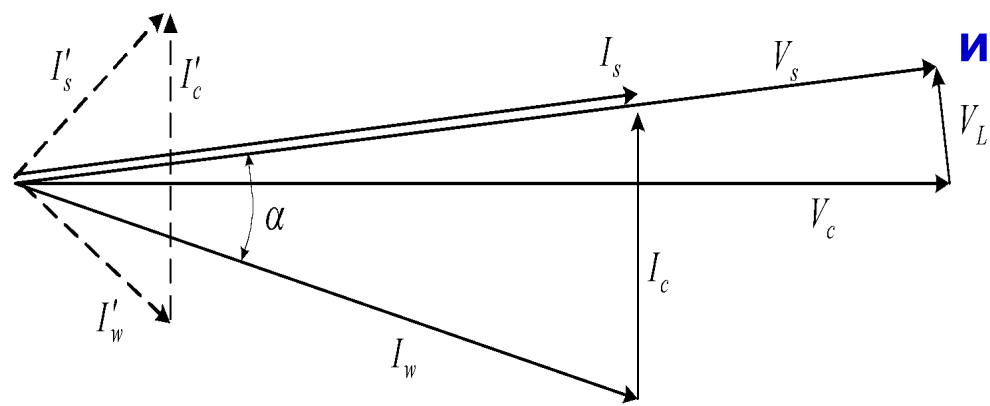
Trace C: i_w - rectifier input current

Управление коэффициентом мощности

• Векторная диаграмма

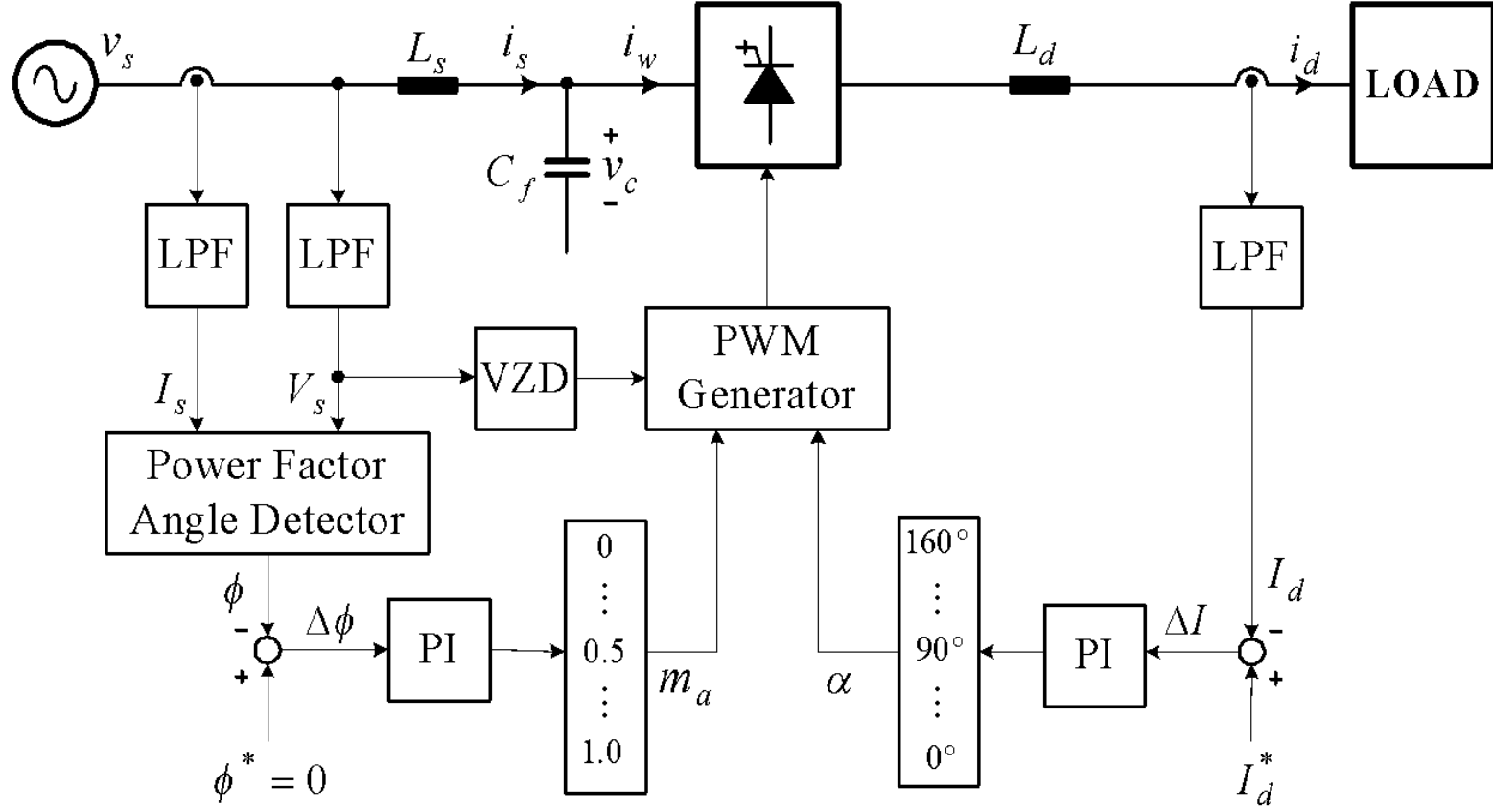


- Наличие C_f приводит к изменению коэффициента мощности
- Управление углом сдвига приводит к уменьшению коэффициента мощности
- Для увеличения коэффициента мощности, используйте амплитудную модуляцию совместно с управлением угла сдвига



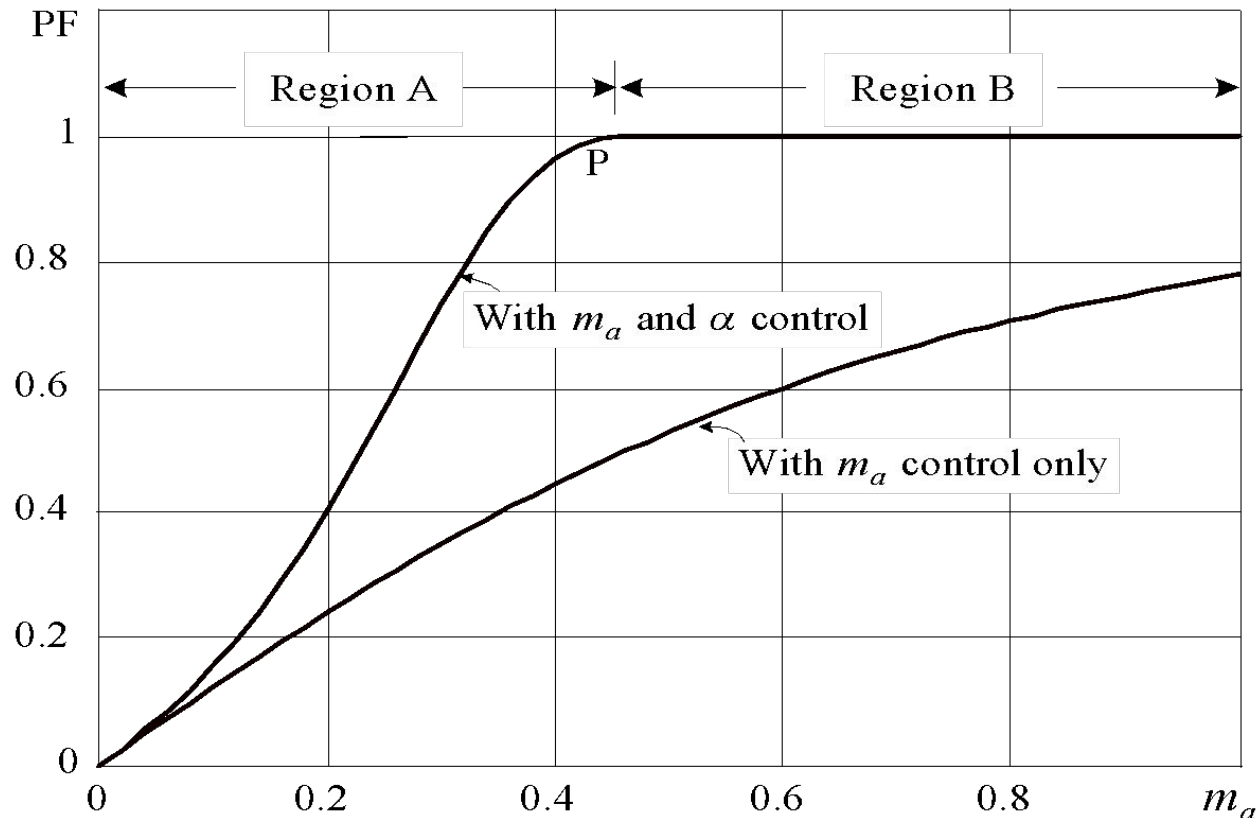
Управление коэффициентом мощности

• Блок схема



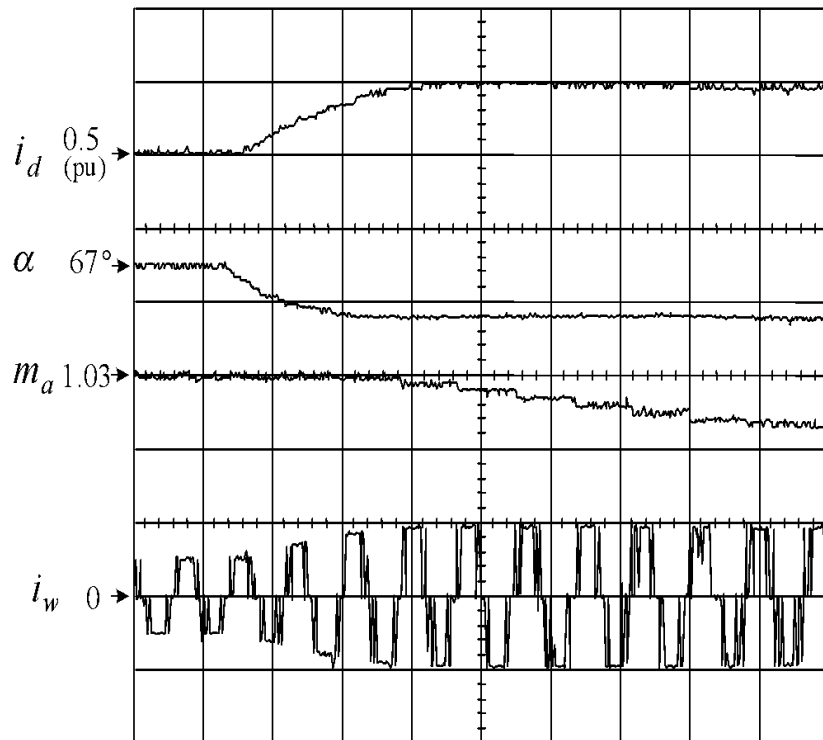
Управление коэффициентом мощности

- Зависимость коэффициента мощности от индекса амплитудной модуляции.
С использованием угла сдвига и без.

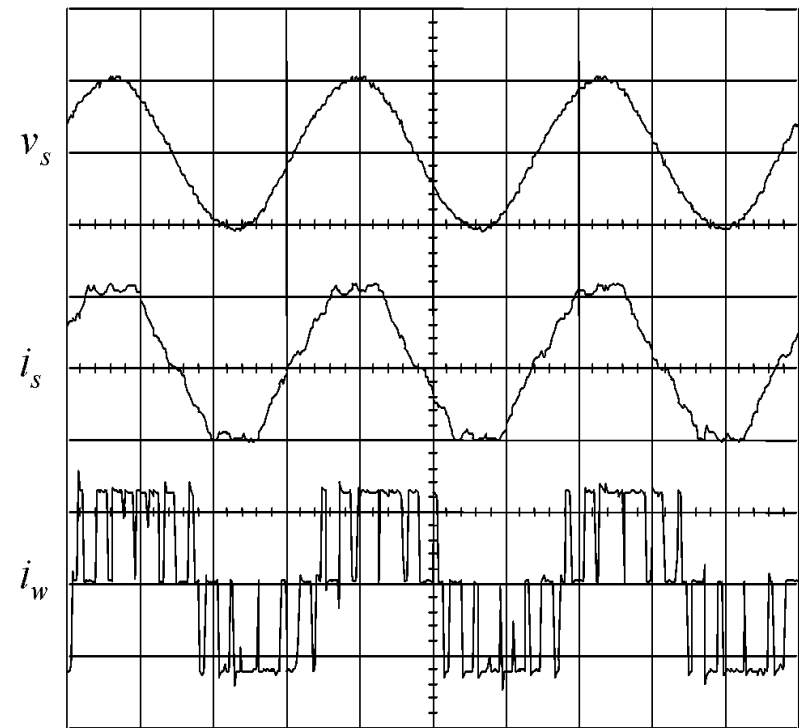


Управление коэффициентом мощности

• Эксперименты



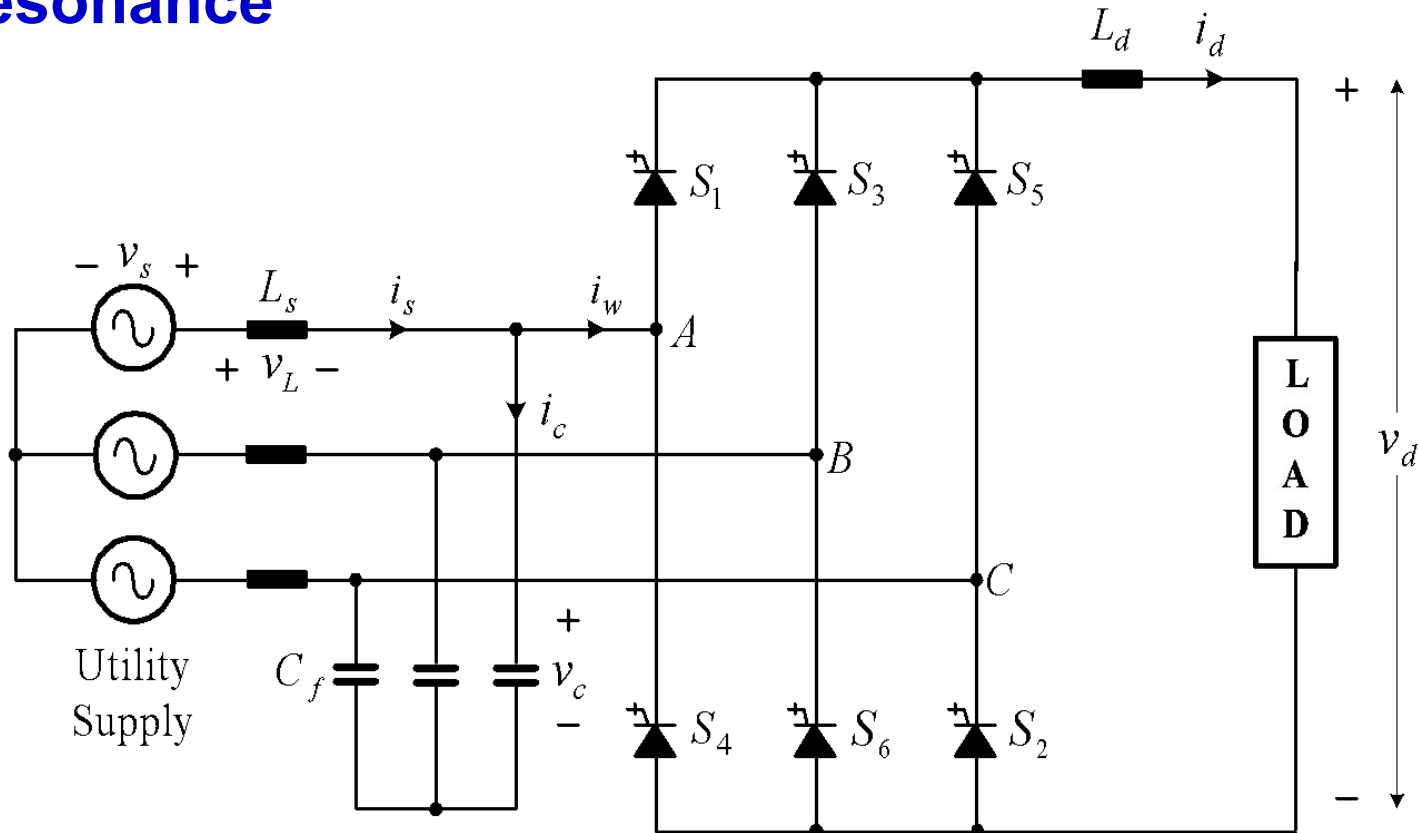
(а) Переходный процесс



(б) Формы волн в установившемся режиме (PF = 1)

LC Resonances and Active Damping

• LC Resonance



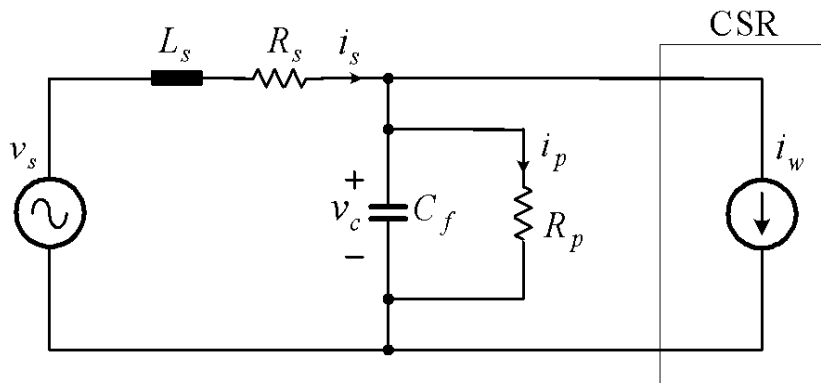
Resonant Mode:
$$\omega_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s C_f}}$$

Resonance may be excited by

- Supply voltage harmonics
- Rectifier current harmonics

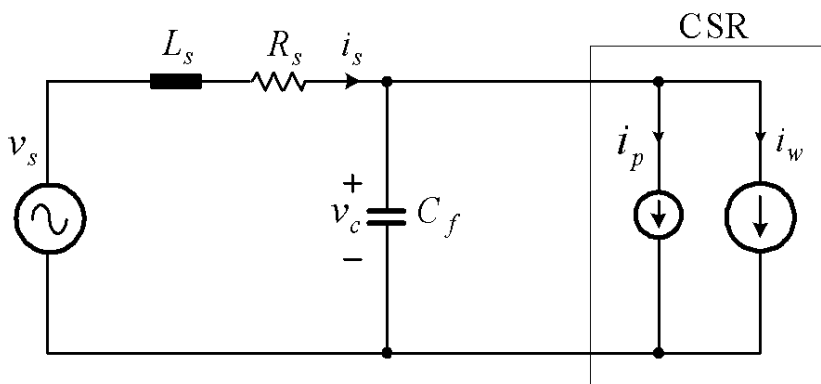
LC Resonances and Active Damping

• Passive and Active Damping



(a) Passive damping

- **Passive damping:**
 R_p – physical damping resistor

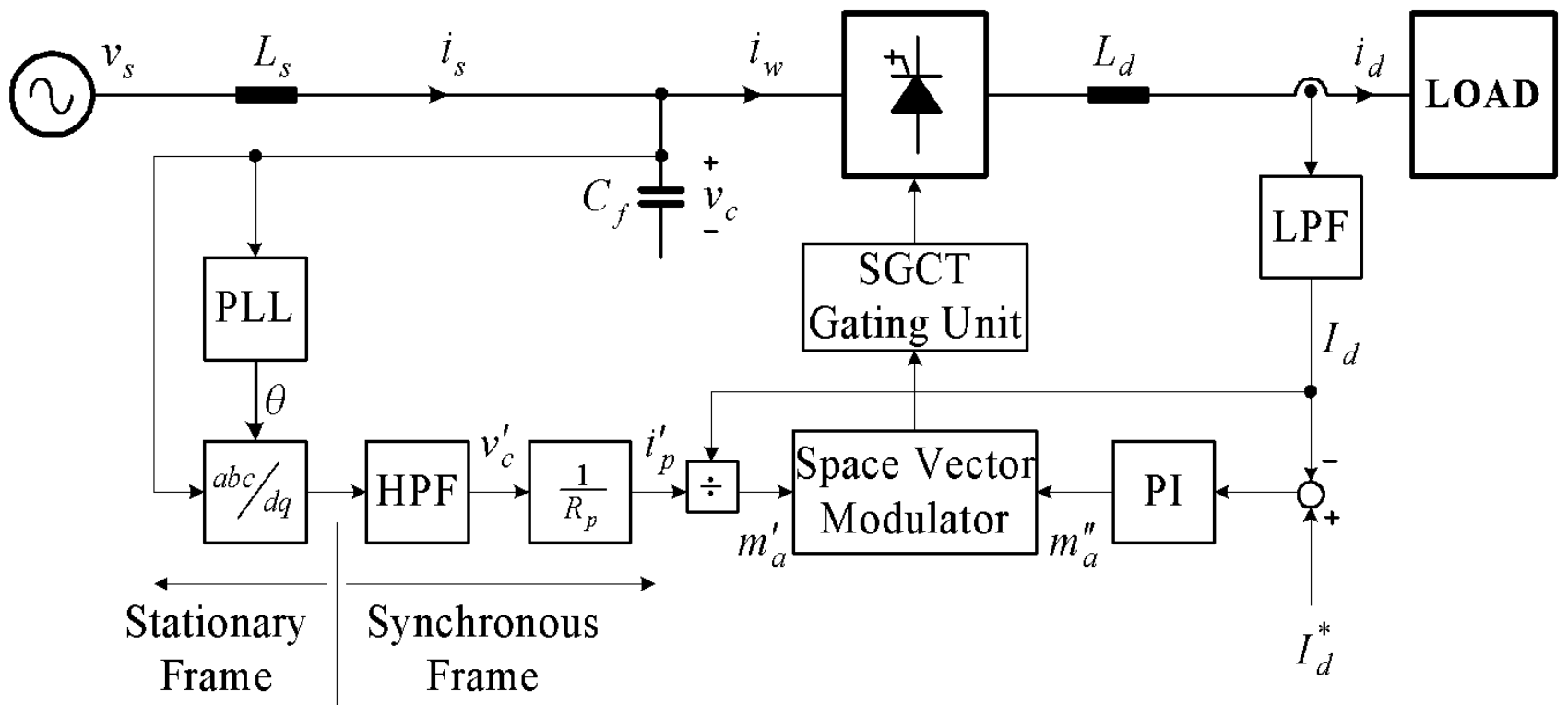


(b) Active damping

- **Active damping:**
 - no physical resistor
 - damping current i_p is produced by CSR via m_a control
 - i_p is in phase with V_c

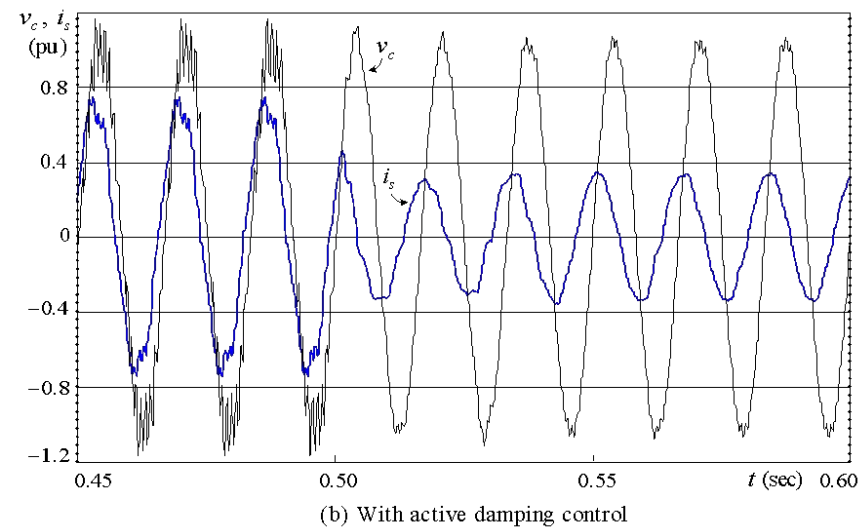
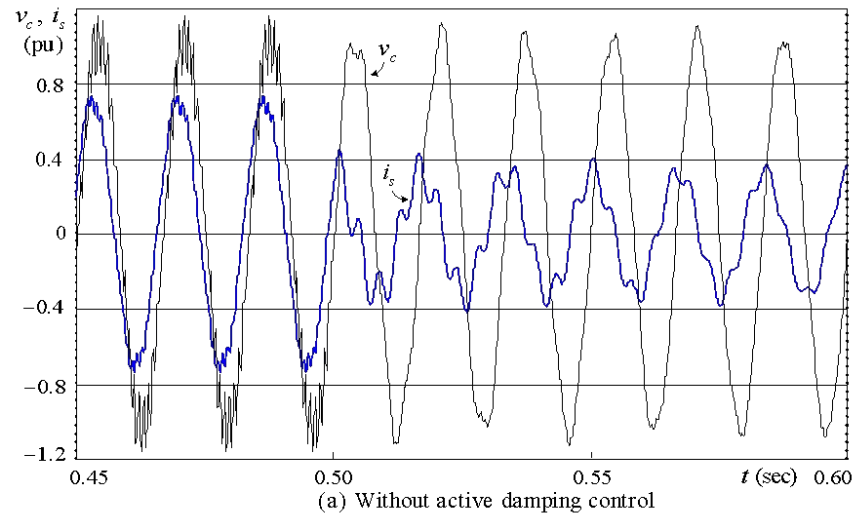
LC Resonances and Active Damping

• Block Diagram of Active Damping Control



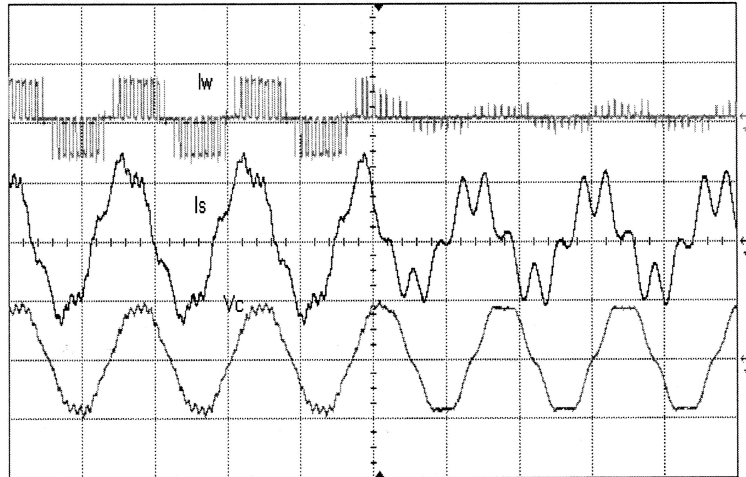
LC Resonances and Active Damping

- Simulated Waveforms



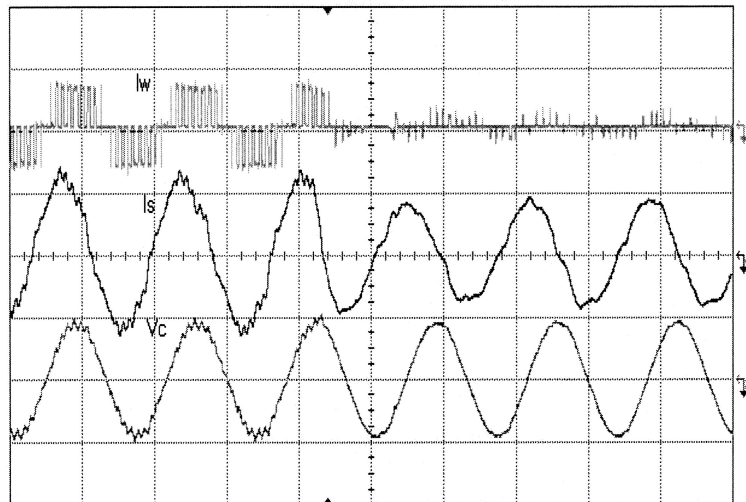
LC Resonances and Active Damping

• Measured Waveforms



Without Active Damping

- Rectifier input current
- Line current
- Capacitor voltage

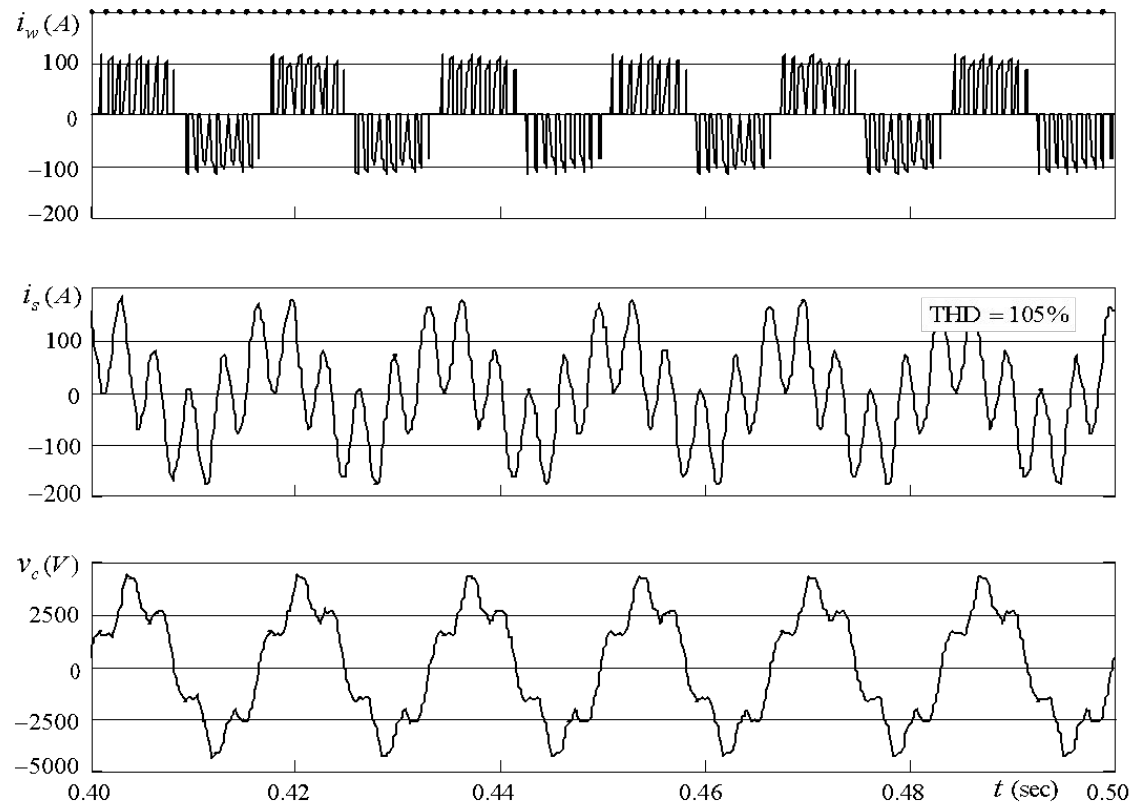


With Active Damping

- Rectifier input current
- Line current
- Capacitor voltage

LC Resonances and Active Damping

- Steady-State Waveforms Without Active Damping

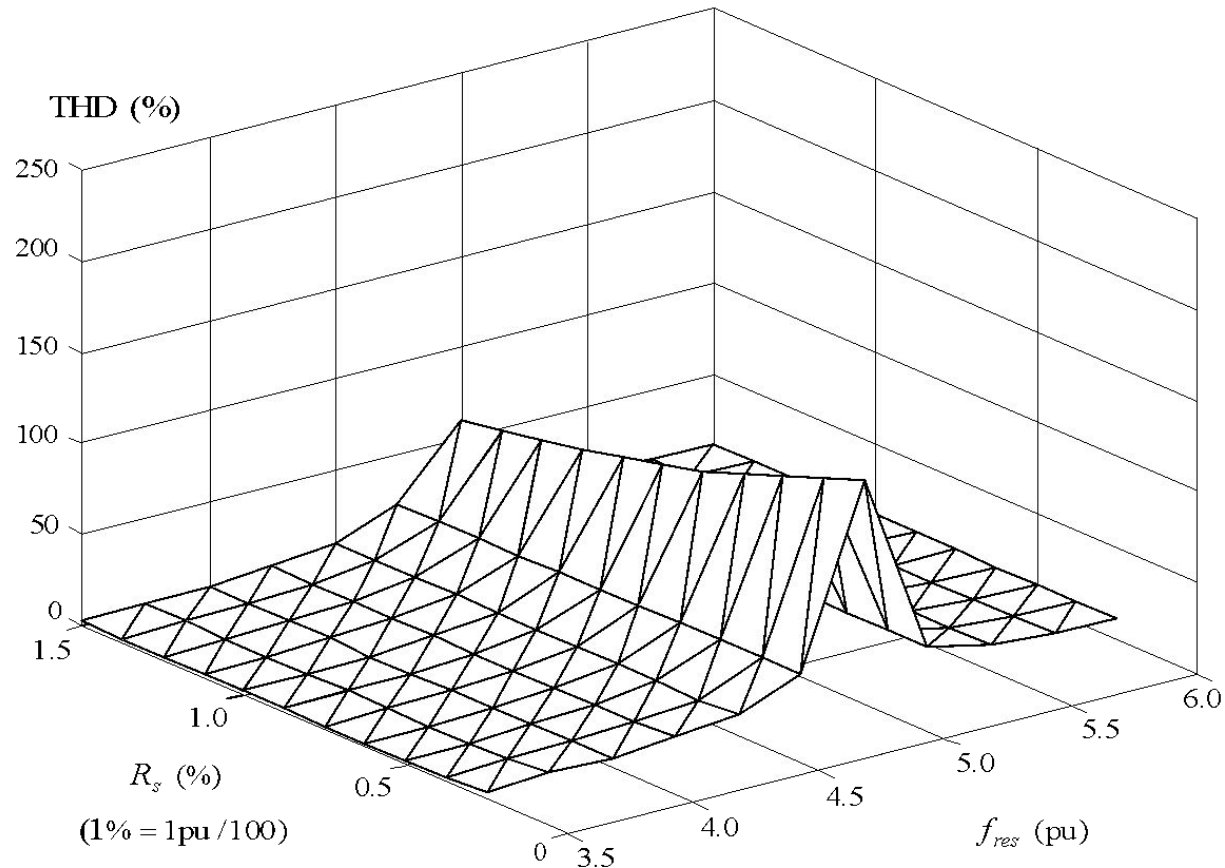


No active damping control

LC resonance tuned exactly to the 5th harmonic (worst case)

LC Resonances and Active Damping

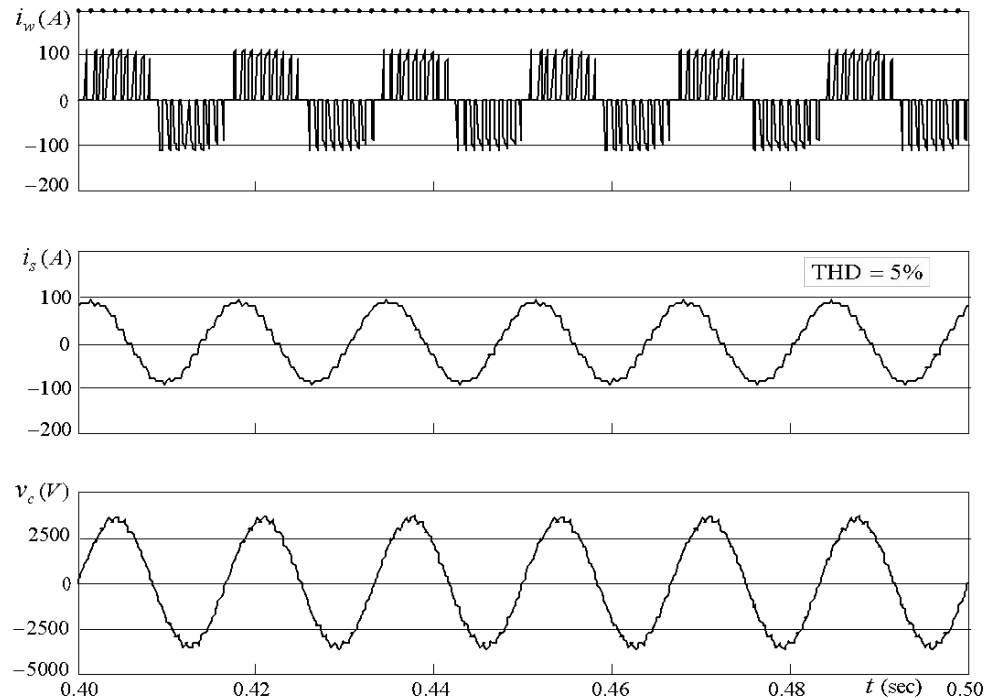
- Line Current THD



No active damping control

LC Resonances and Active Damping

- Steady-State Waveforms With Active Damping

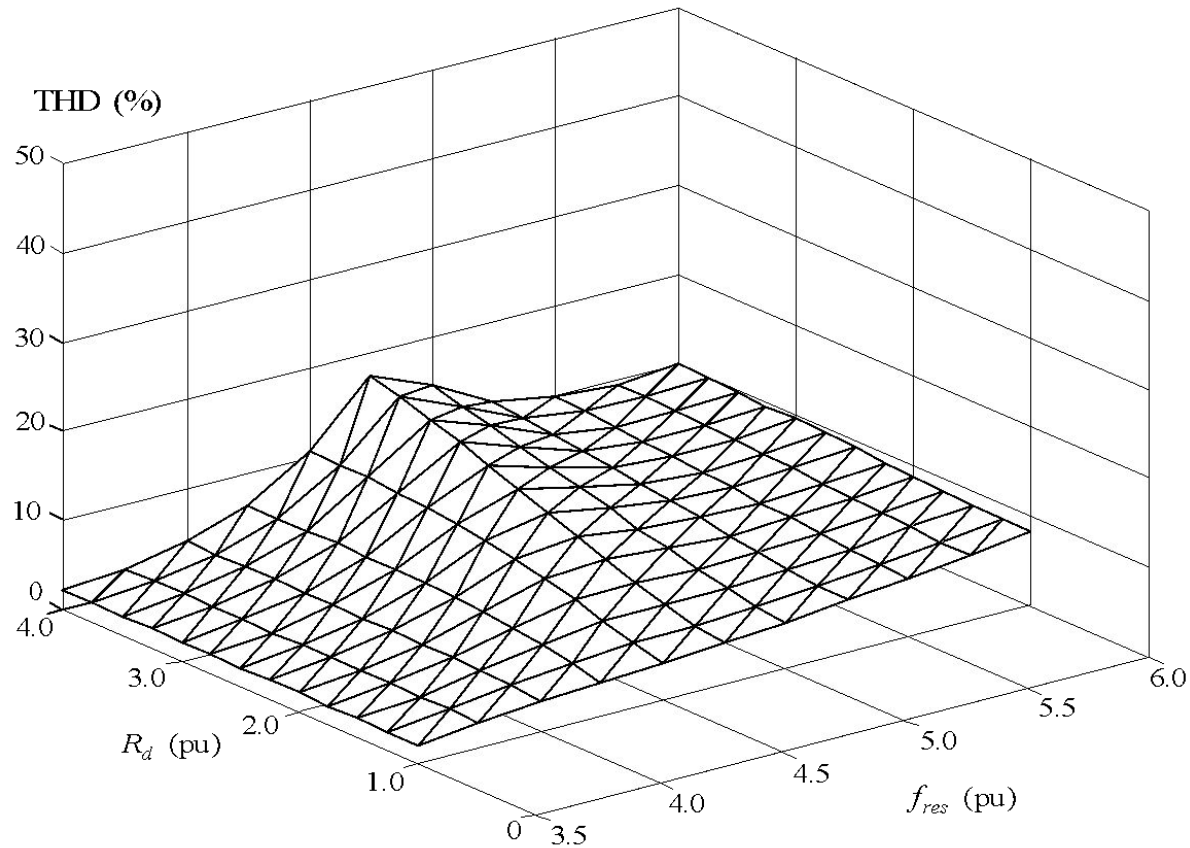


With active damping control

LC resonance tuned exactly to the 5th harmonic (worst case)

LC Resonances and Active Damping

- Line Current THD



With active damping control



Спасибо!