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

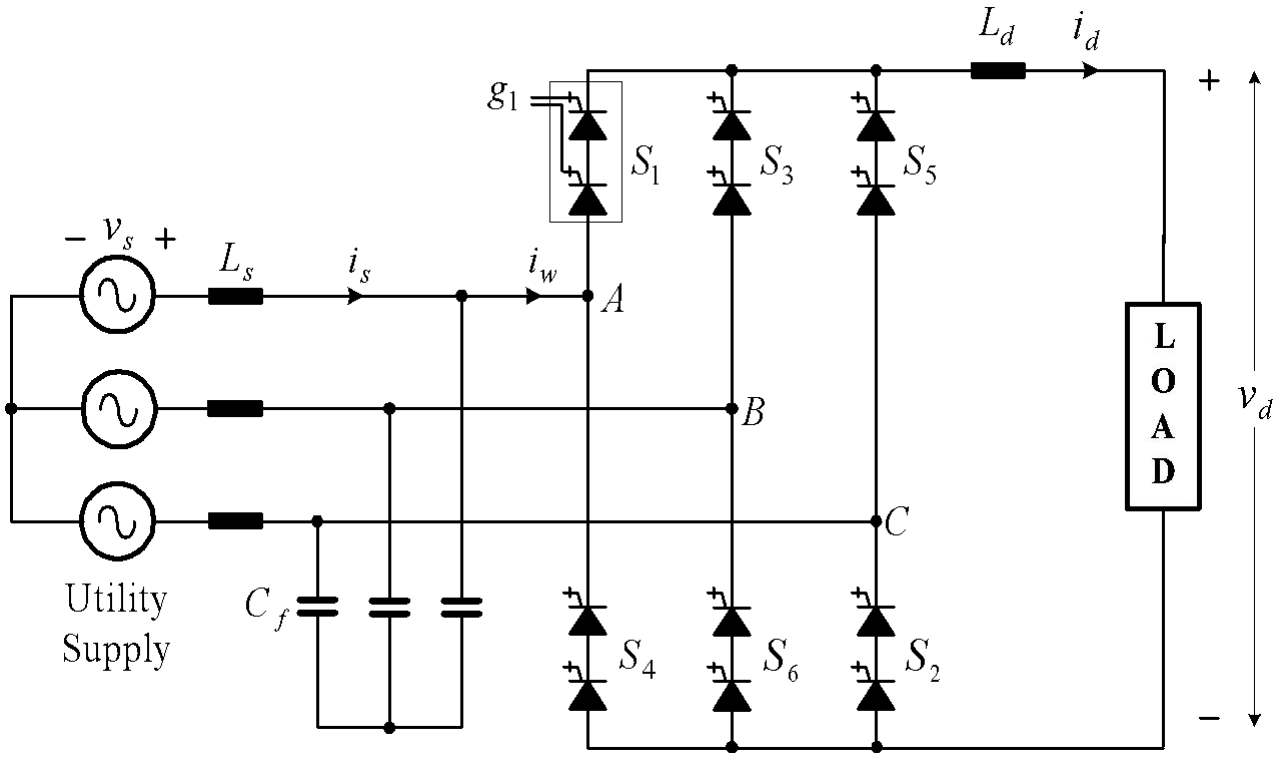
ШИМ Выпрямители источника тока

Темы лекции

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

Одноместный мостовой выпрямитель

- **Схема преобразователя**

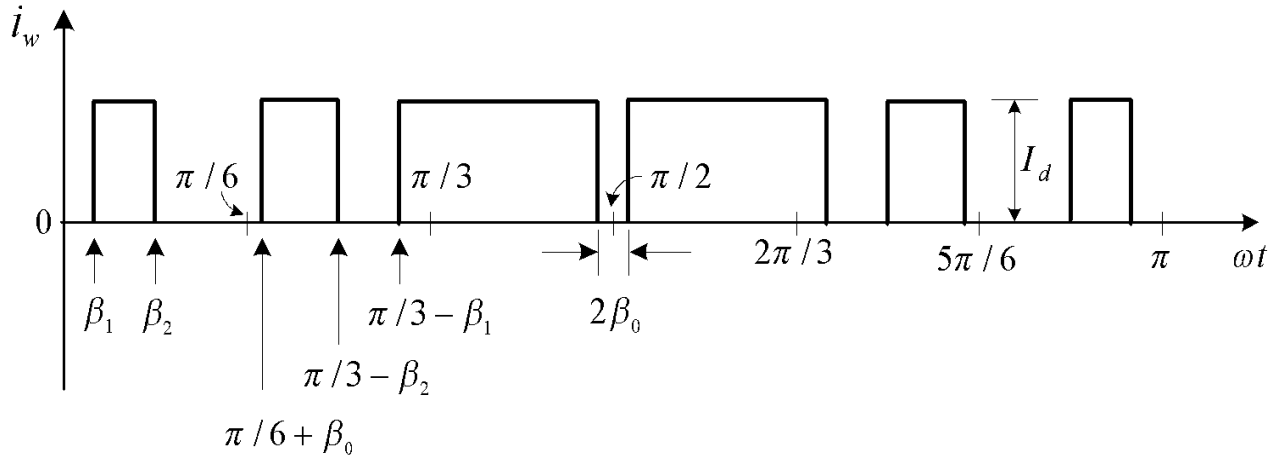


- **коммутационные устройства:**
  Симметричный GCT
  (коммутируемый по затвору тиристор)

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

Одноместный мостовой выпрямитель

- **Выпрямитель входного сигнала тока**

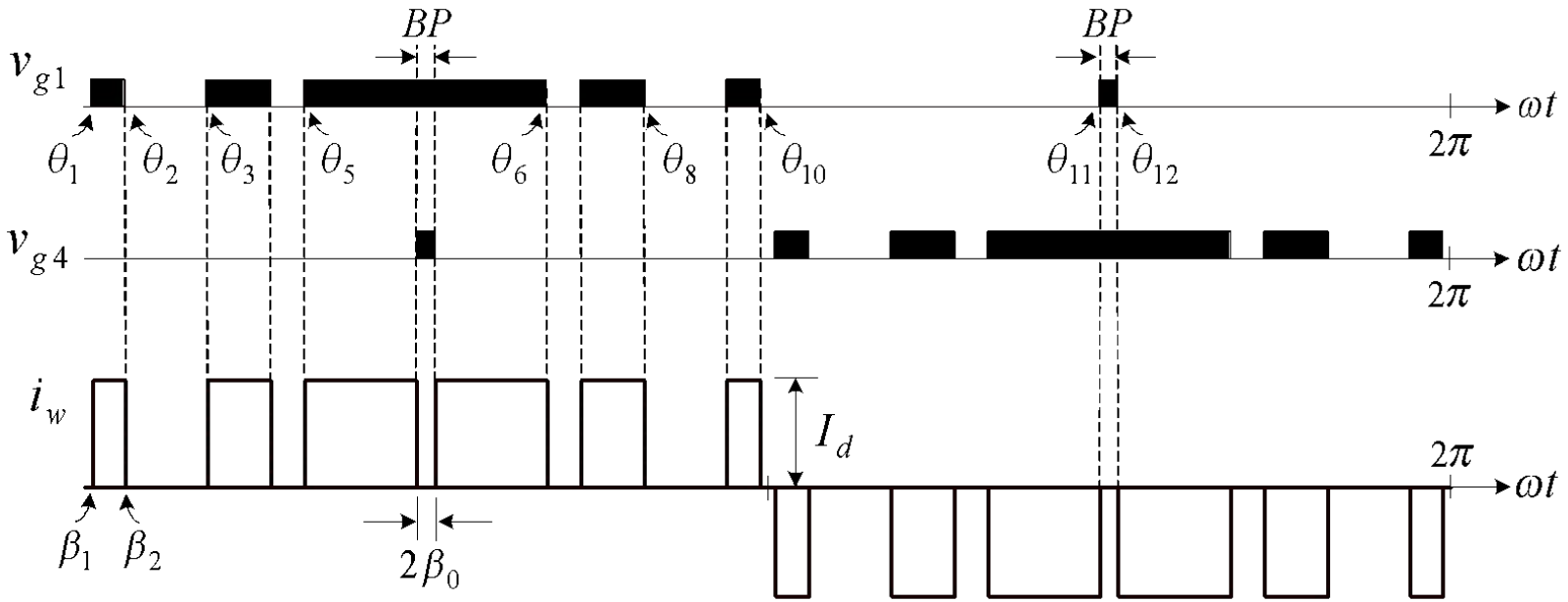


- **Ограничения переключения в исходной схеме:**
  - **постоянный ток i_d не должен прерываться**
  - **форма сигнала i_w должна быть четко определена**

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

Одноместный мостовой выпрямитель

- **Переключение углов**

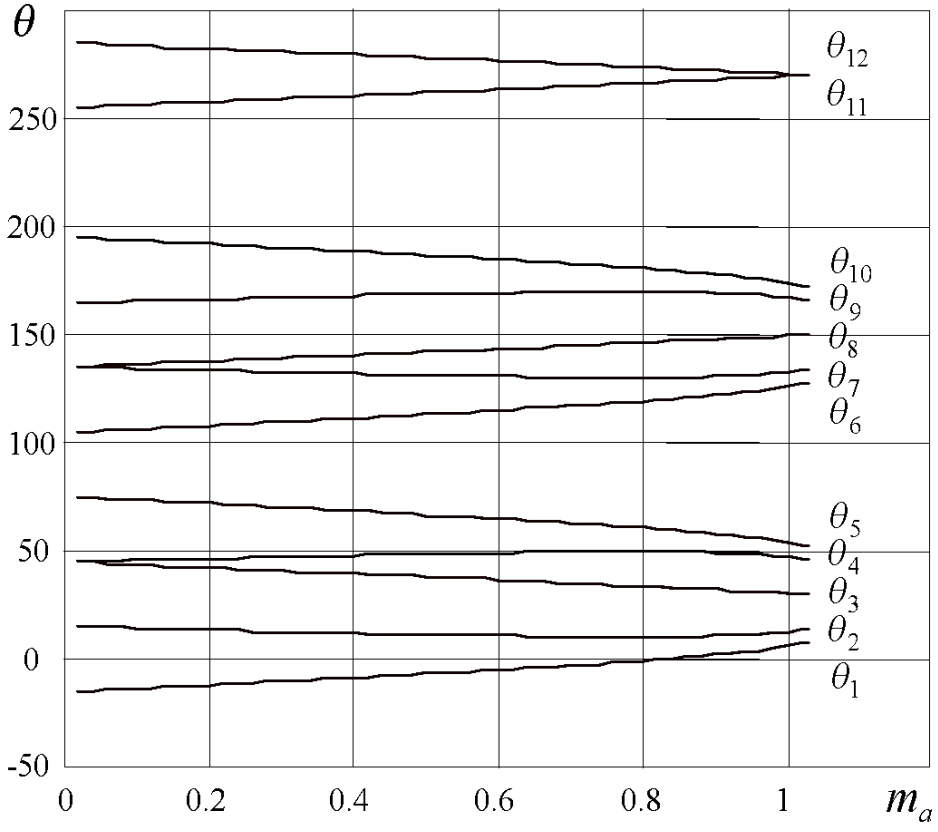


•Обходной (пренебрегаемый) импульс(BP)

- позволяет регулировать i_w

Одноместный мостовой выпрямитель

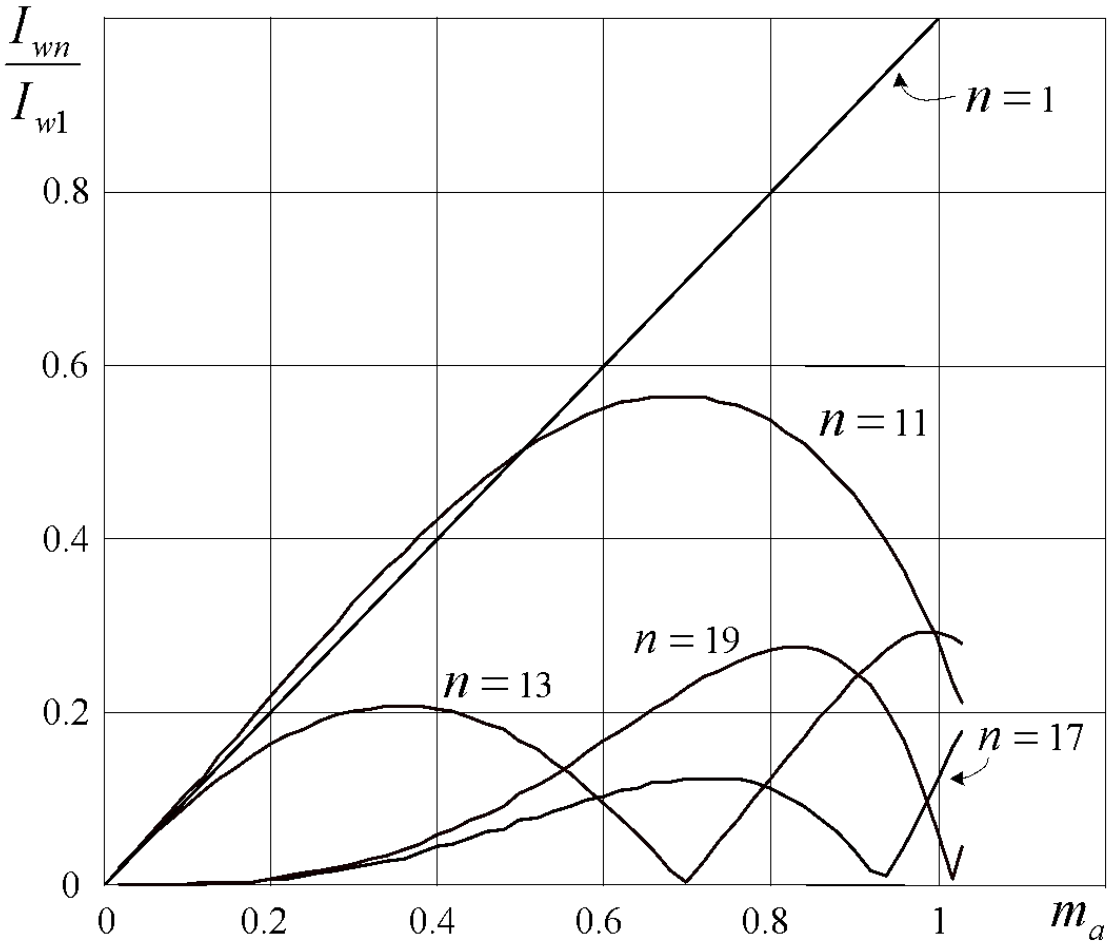
- углы переключения в зависимости m_a



(избавление от 5ой и 7ой гармоники)

Одноместный мостовой выпрямитель

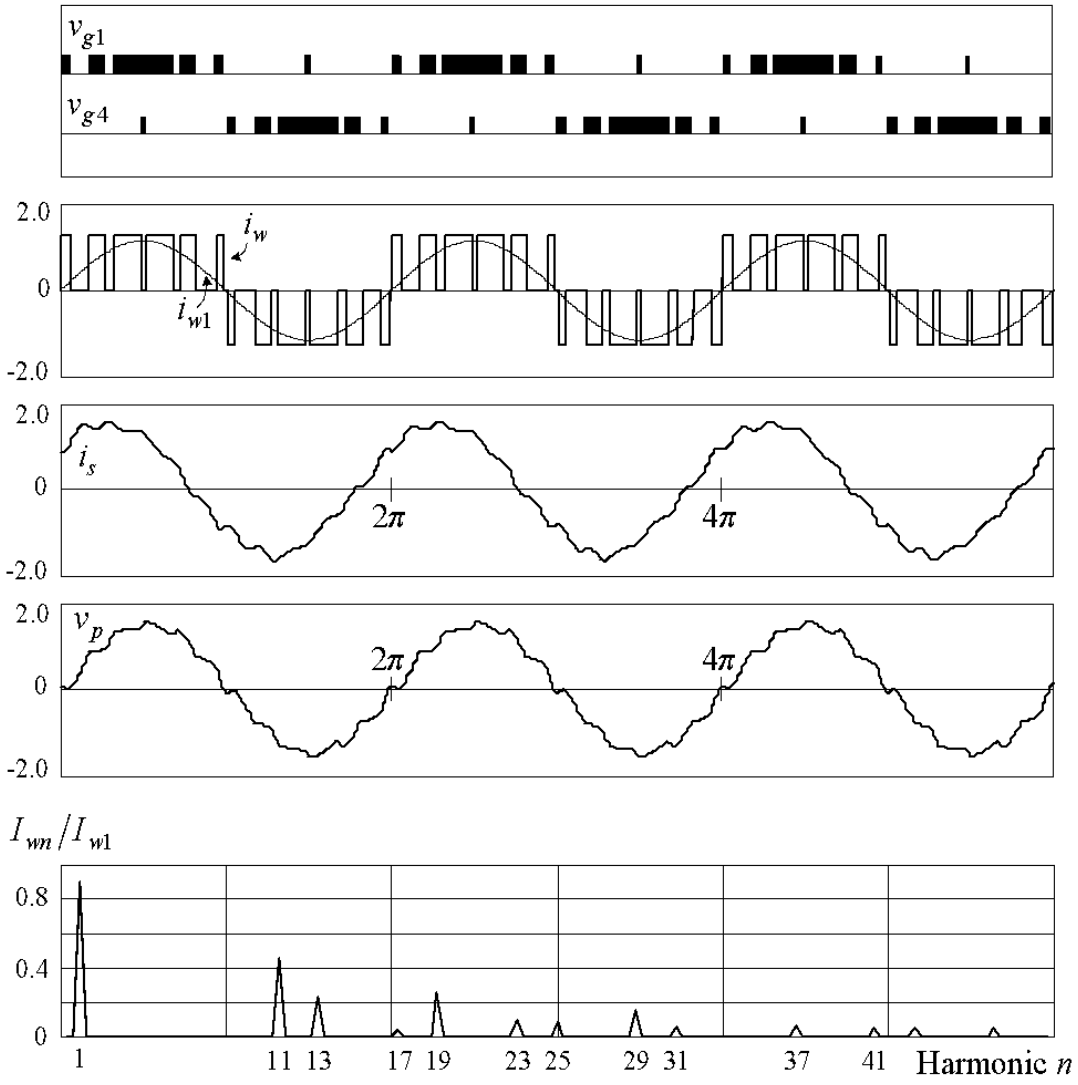
- **распределение гармоник**



(избавление от 5ой и 7ой гармоники)

Одноместный мостовой выпрямитель

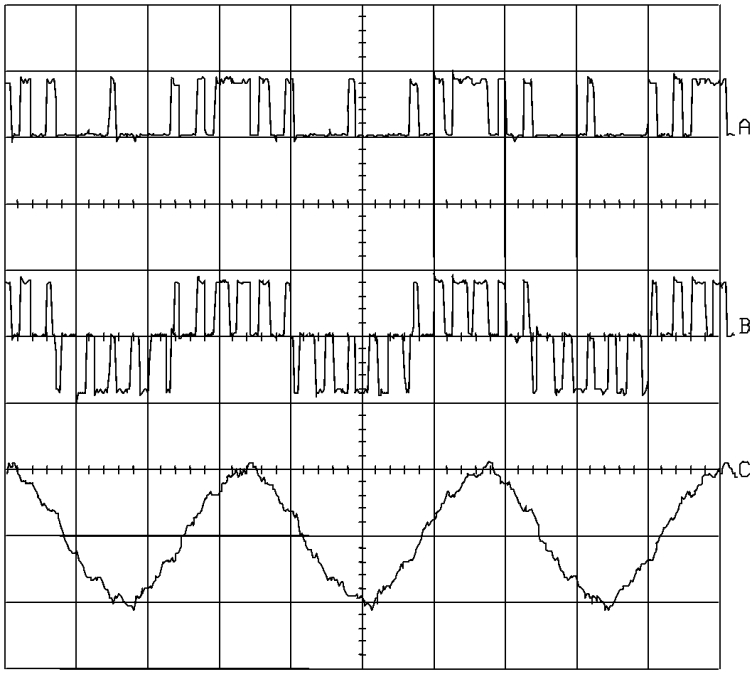
- **Графики сигналов**



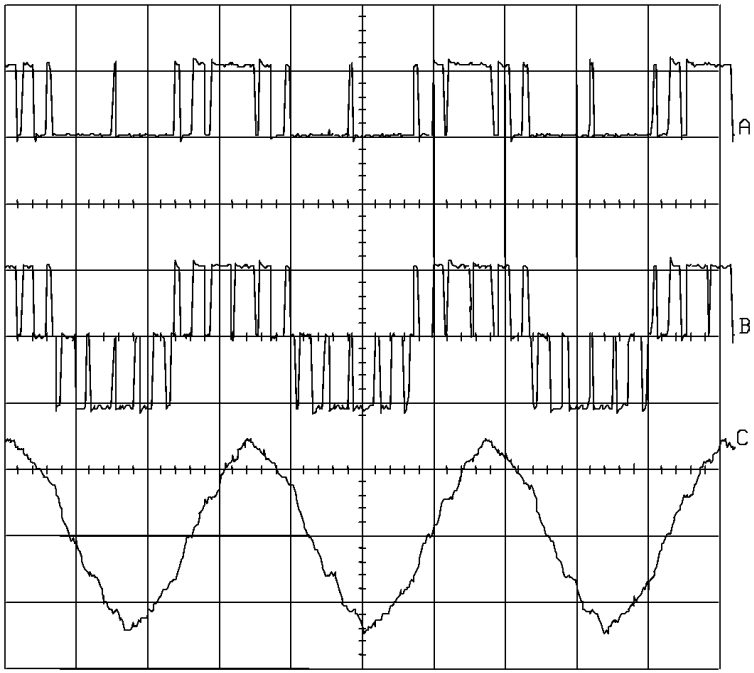
(избавление от 5ой и 7ой гармоники)

Одноместный мостовой выпрямитель

- **Экспериментальные данные**



$m_a = 0.7$

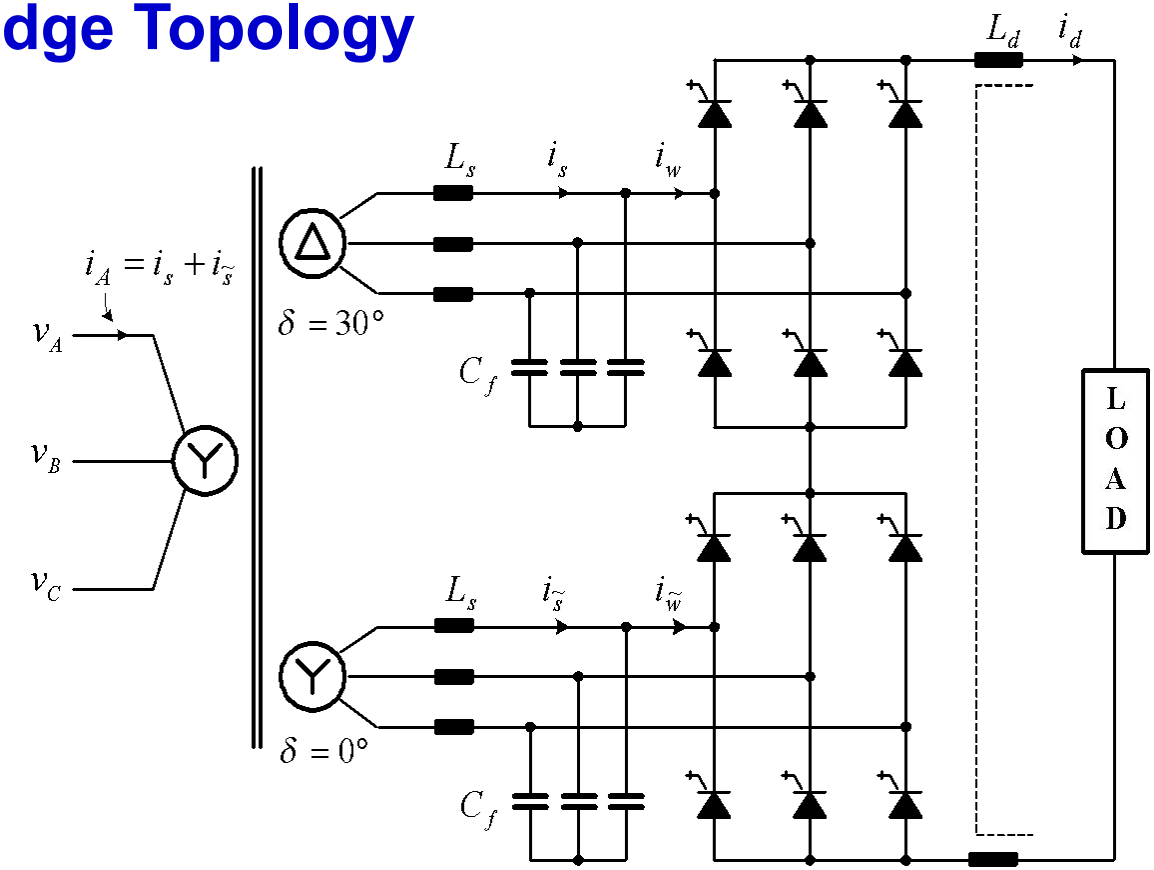


$m_a = 0.95$

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

Single Bridge Rectifier

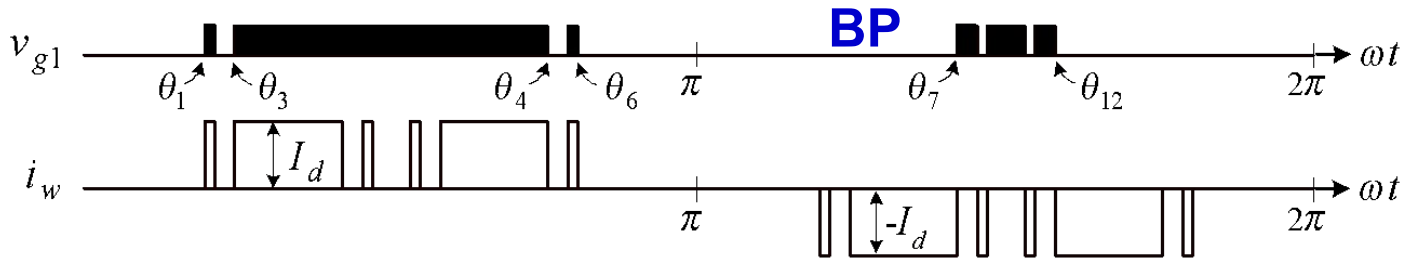
- **Dual-Bridge Topology**



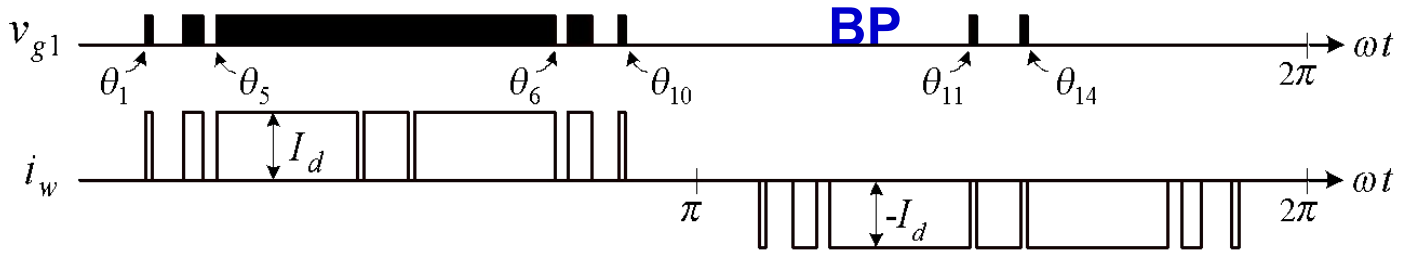
- **Use 12-pulse transformer to cancel the 5th and 7th harmonics**
- **Use PWM to eliminate the 11th and 13th harmonics**
- **The lowest harmonic in the line current is the 17th**
- **Very low line current harmonic distortion**

Одноместный мостовой выпрямитель

- **углы переключения**



(a) Switching pattern A for a low m_a

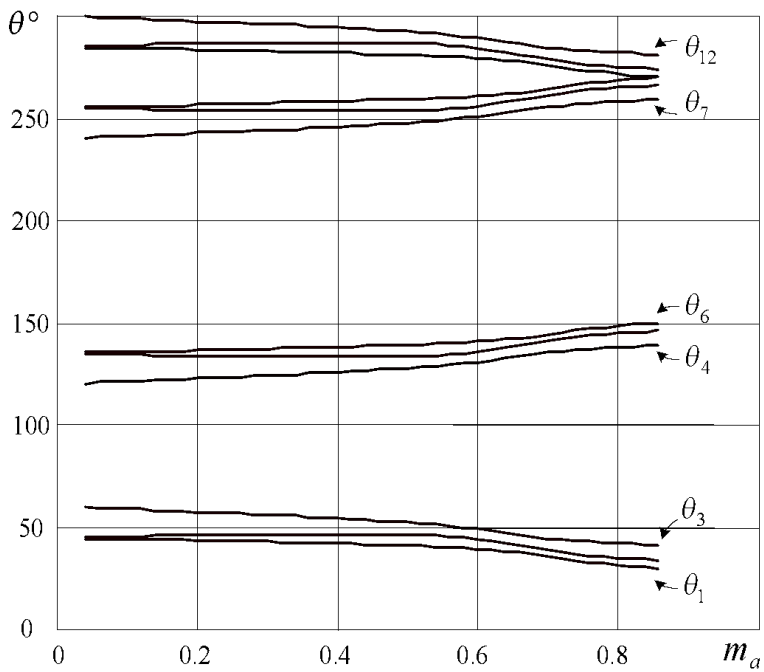


(b) Switching pattern B for a high m_a

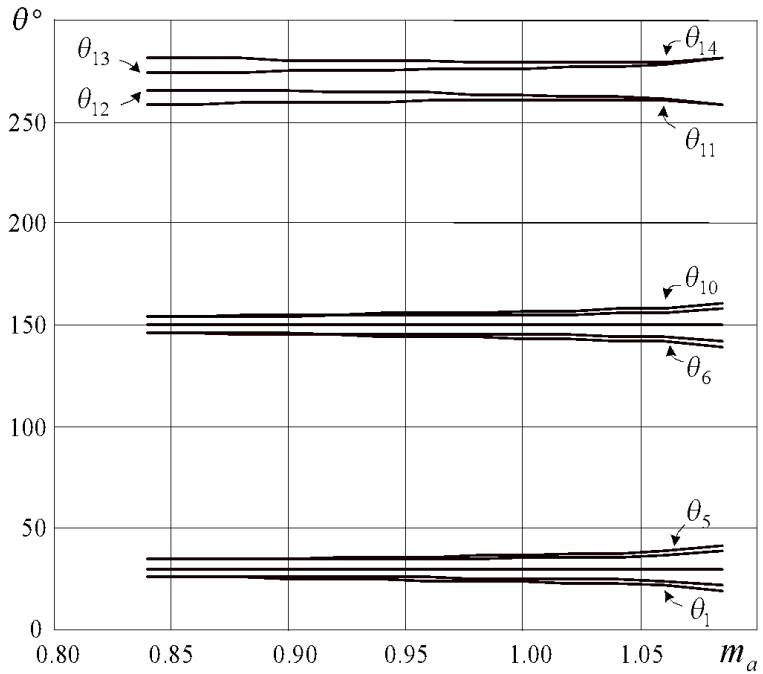
- **Обходной (пренебрегаемый) импульс(BP)**
  - **позволяет регулировать i_w**
- **селективная модуляция ШИМ– ликвидирует**
- **11ую and 13ую гармоники**

Dual Bridge Rectifier

- **Switching Angles *versus* m_d**



Switching pattern A

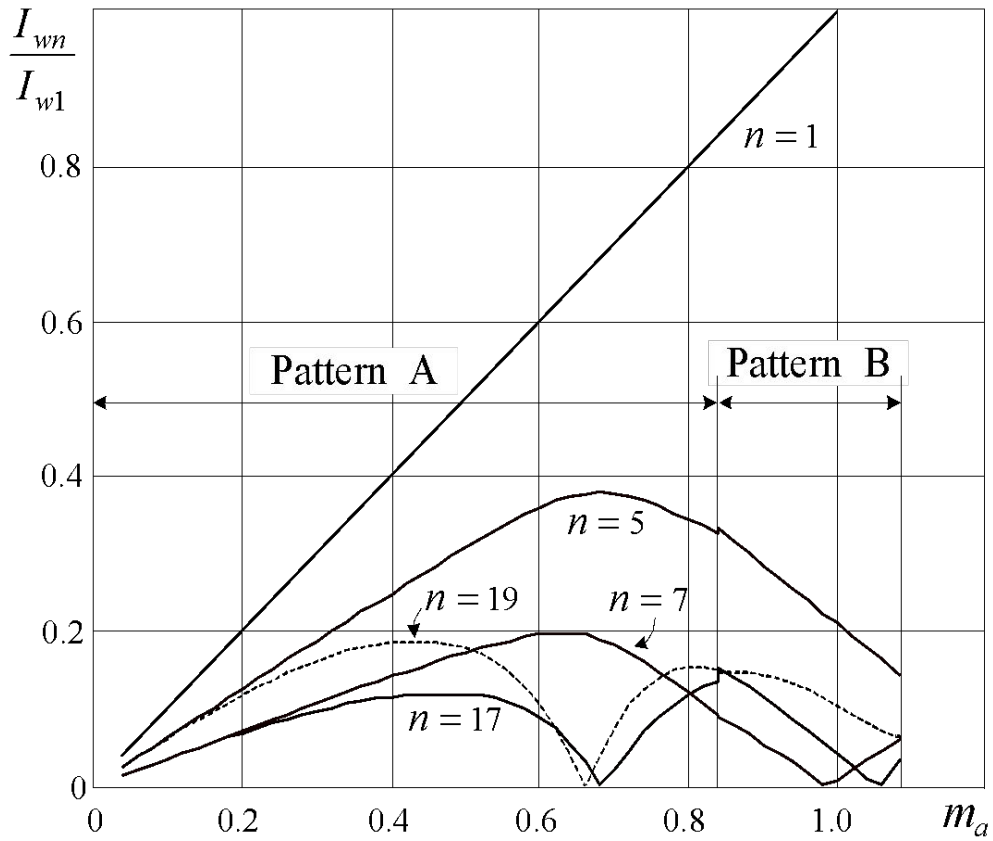


Switching pattern B

(11th and 13th harmonic elimination)

Dual Bridge Rectifier

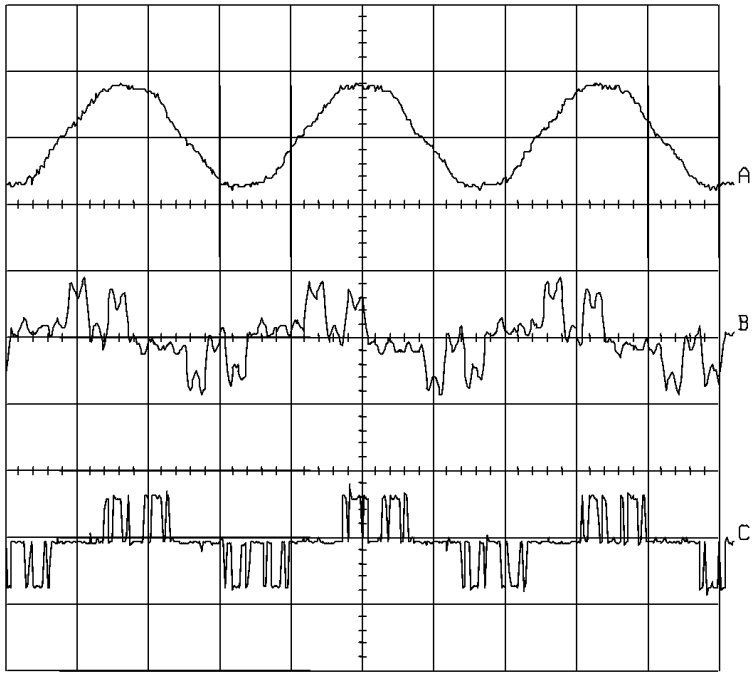
- **Harmonic Profile**

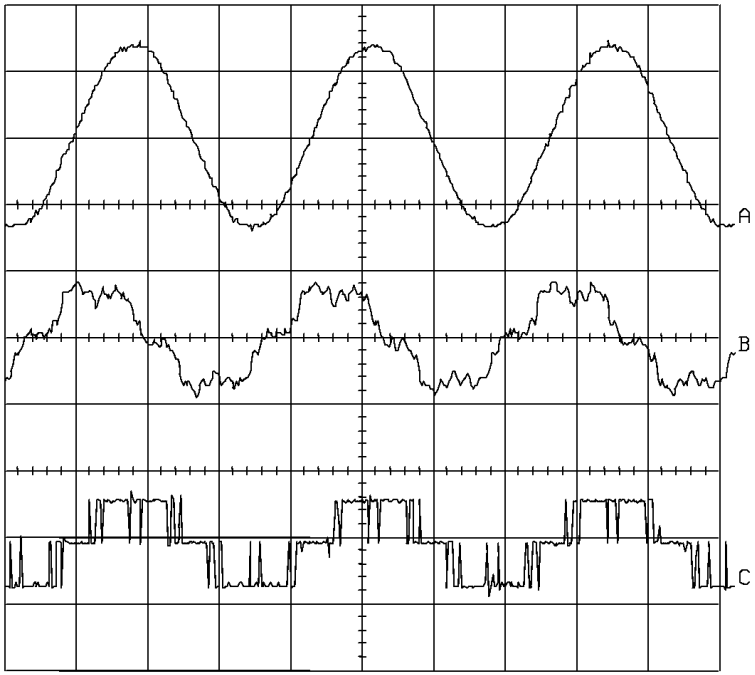


(11th and 13th harmonic elimination)

Dual Bridge Rectifier

- **Experimental Waveforms**





Modulation index: 0.5

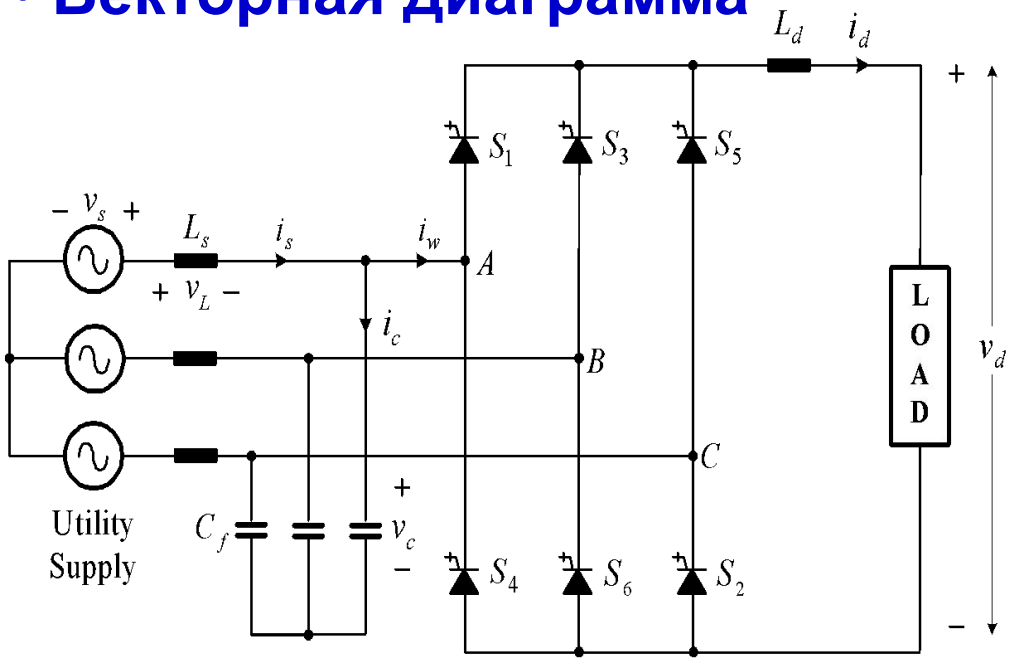
Modulation index: 0.9

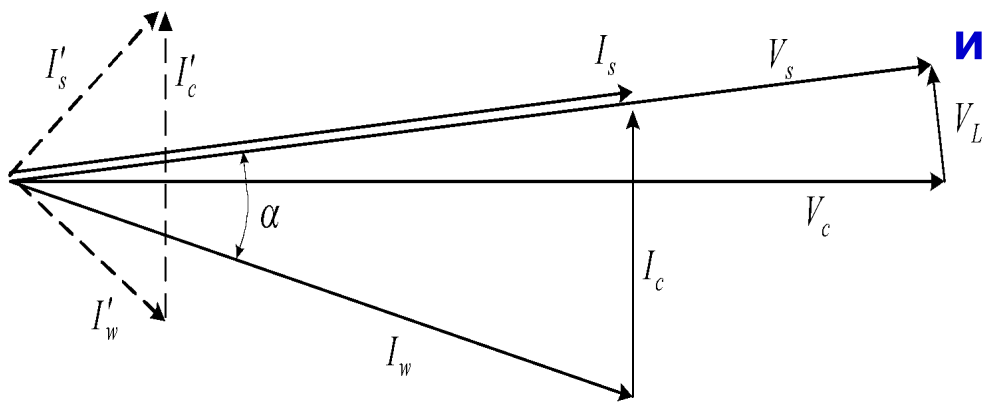
Trace A: i_A - line current on transformer primary side
Trace B: i_s - line current on transformer secondary side

Trace C: i_w - rectifier input current

Управление коэффициентом мощности

- **Векторная диаграмма**

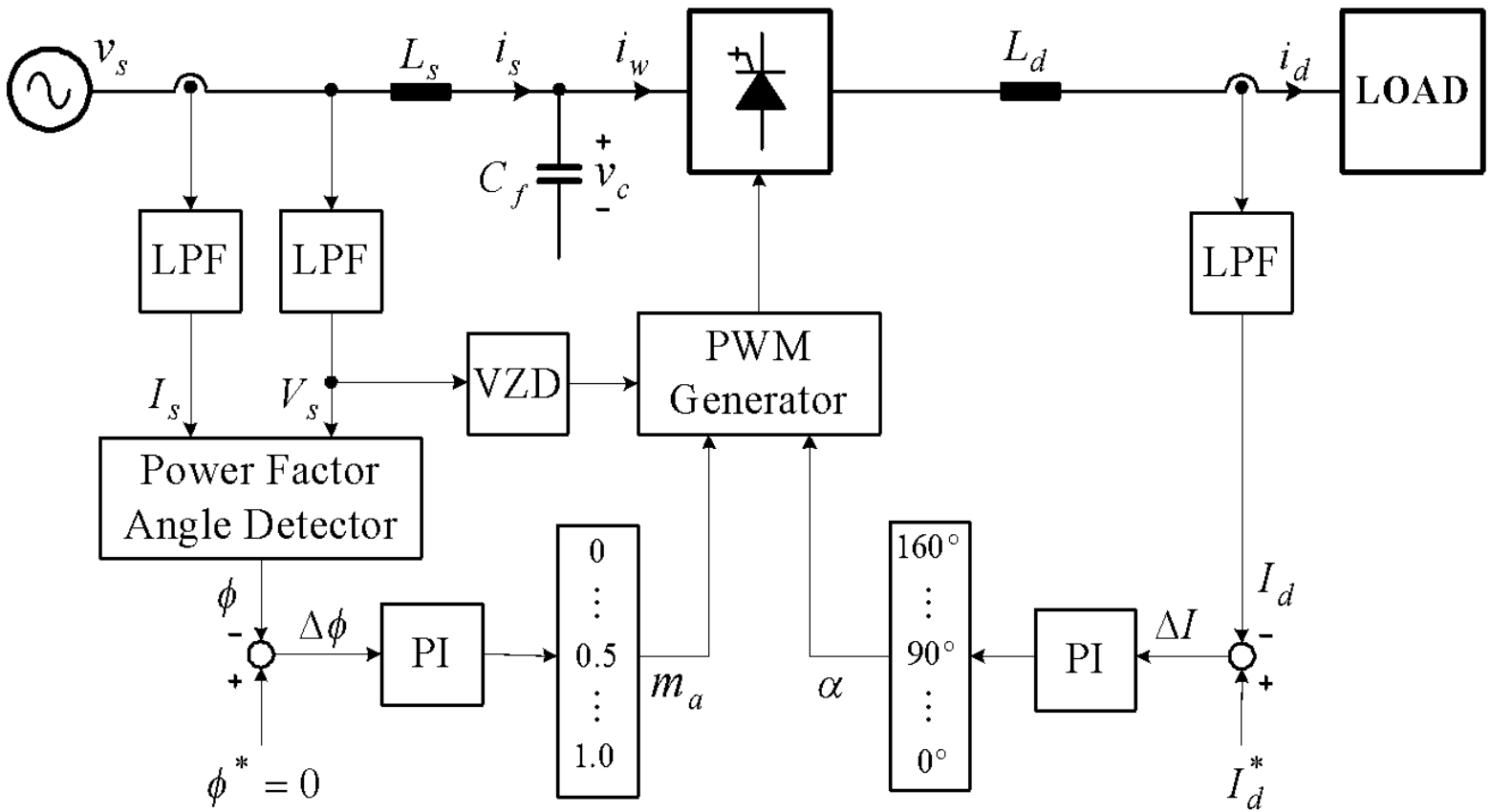




- **Наличие C_f приводит к изменению коэффициента мощности**
- **Управление углом сдвига приводит к уменьшению коэффициента мощности**
- **Для увеличения коэффициент мощности, используйте амплитудную модуляцию совместно с управлением угла сдвига**

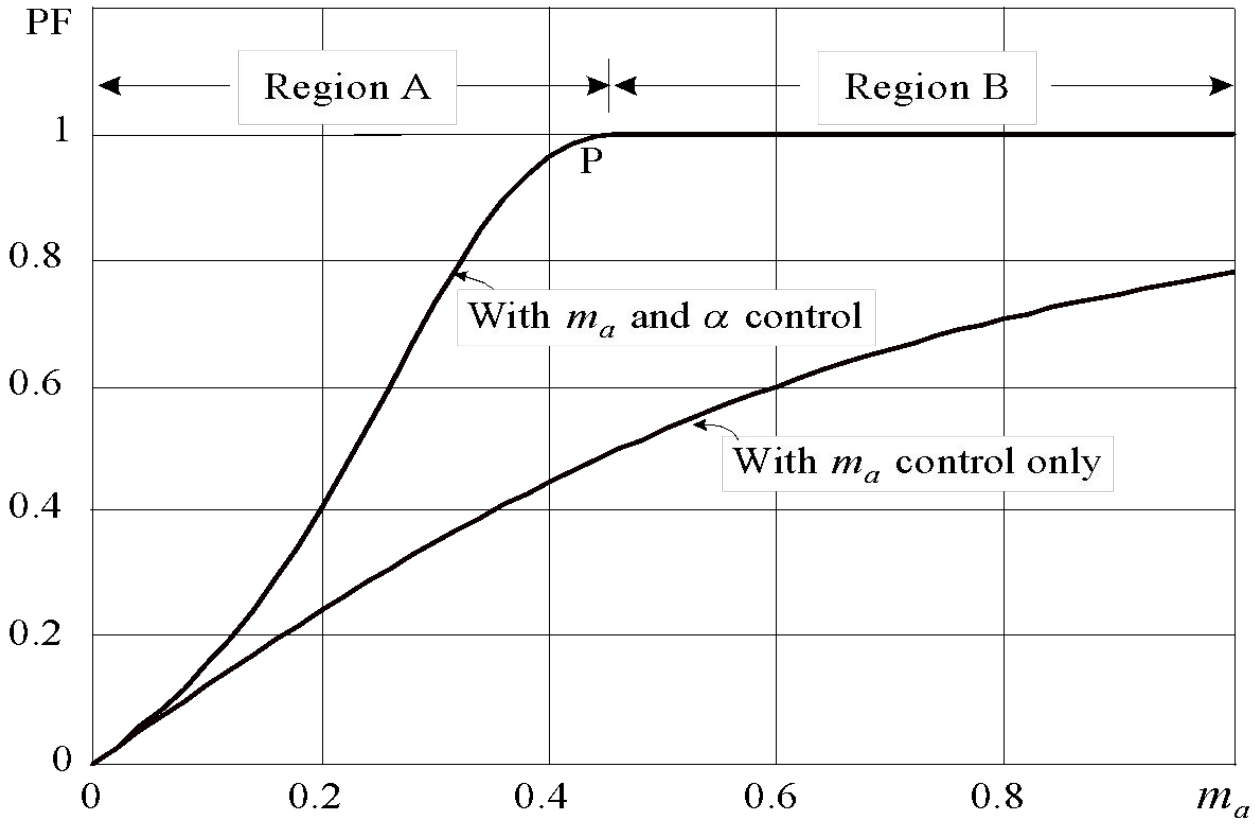
Управление коэффициентом мощности

- **Блок схема**



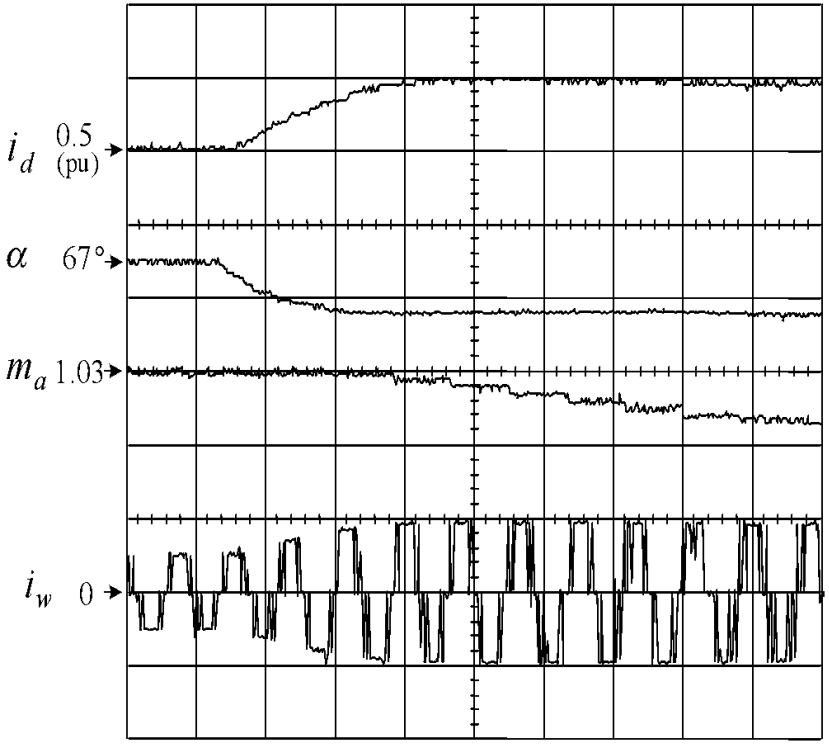
Управление коэффициентом мощности

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

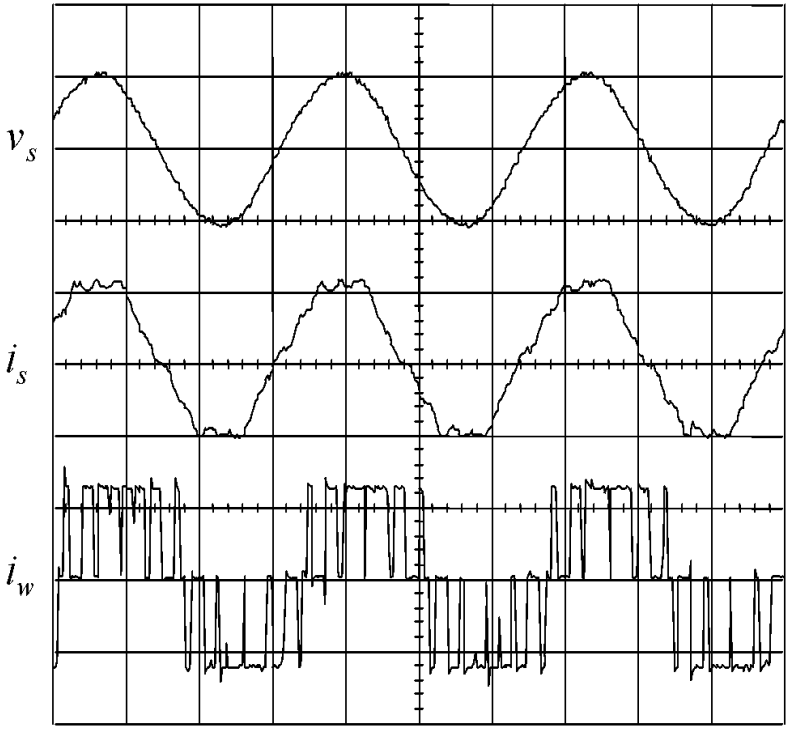


Управление коэффициентом мощности

- **Эксперименты**



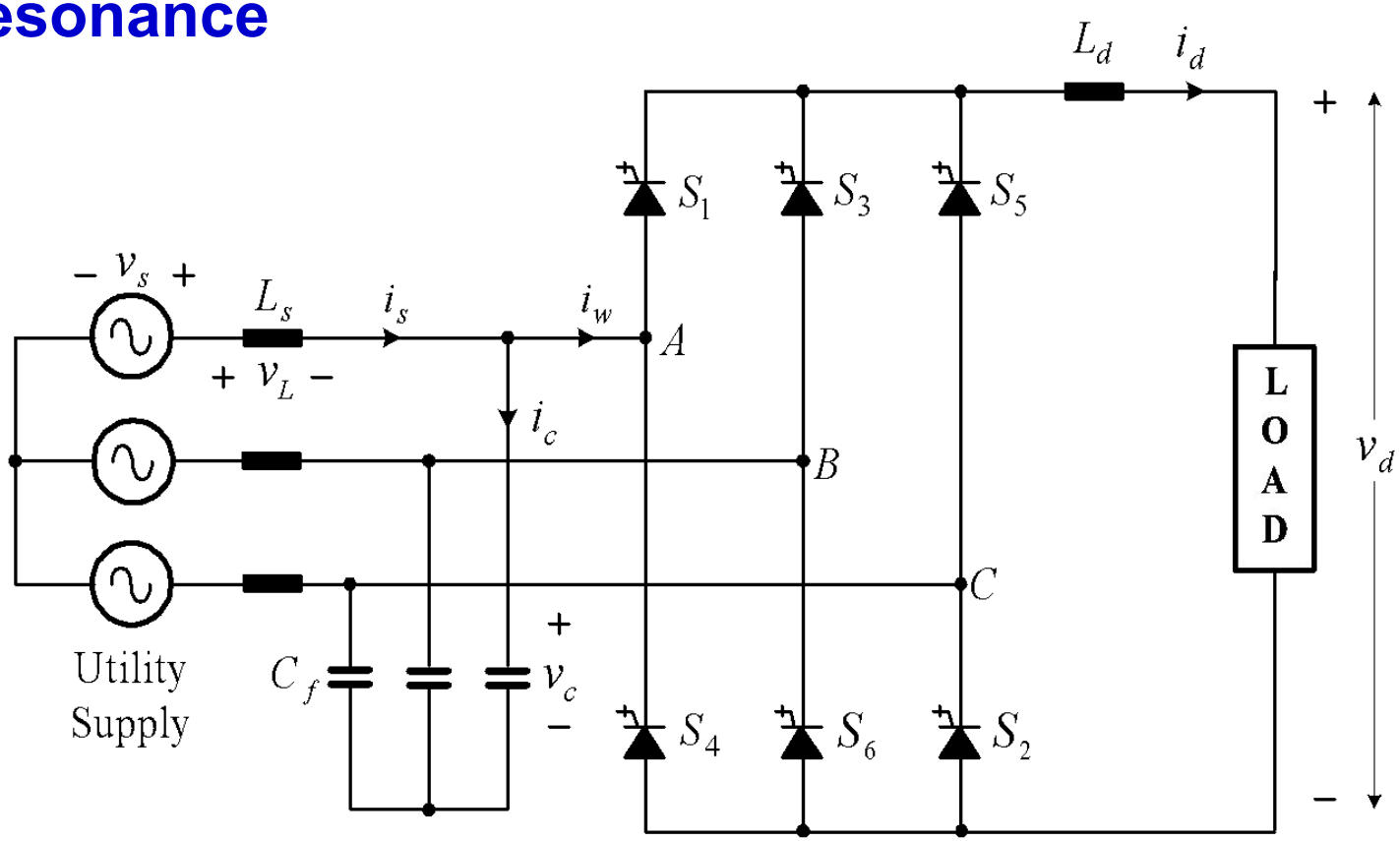
(а) Переходный процесс



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

LC Resonances and Active Damping

- **LC Resonance**



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

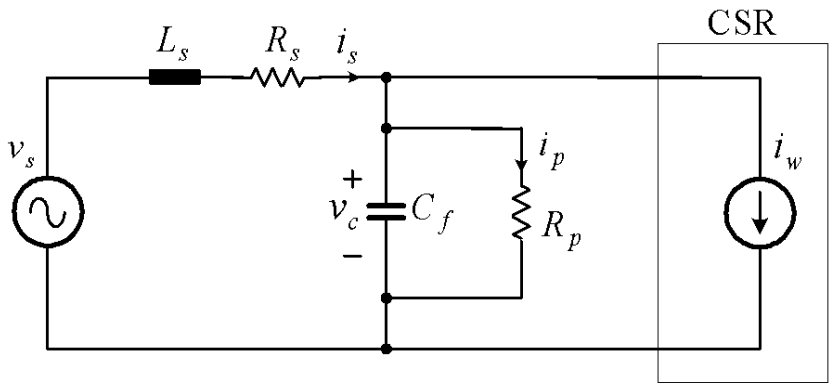
Resonance may be excited by

- Supply voltage harmonics

- Rectifier current harmonics

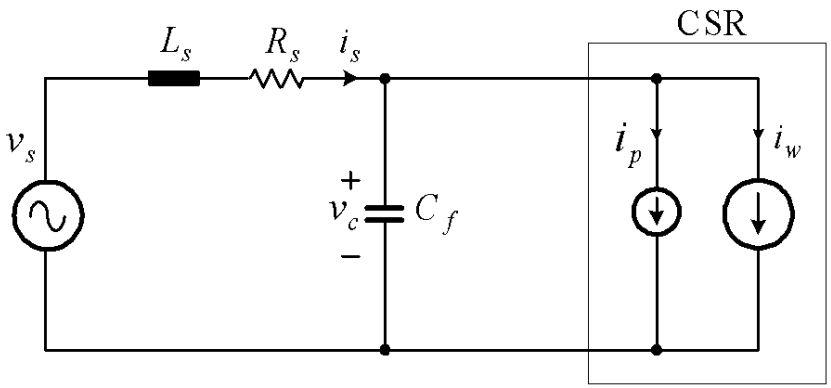
LC Resonances and Active Damping

- **Passive and Active Damping**



(a) Passive damping

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

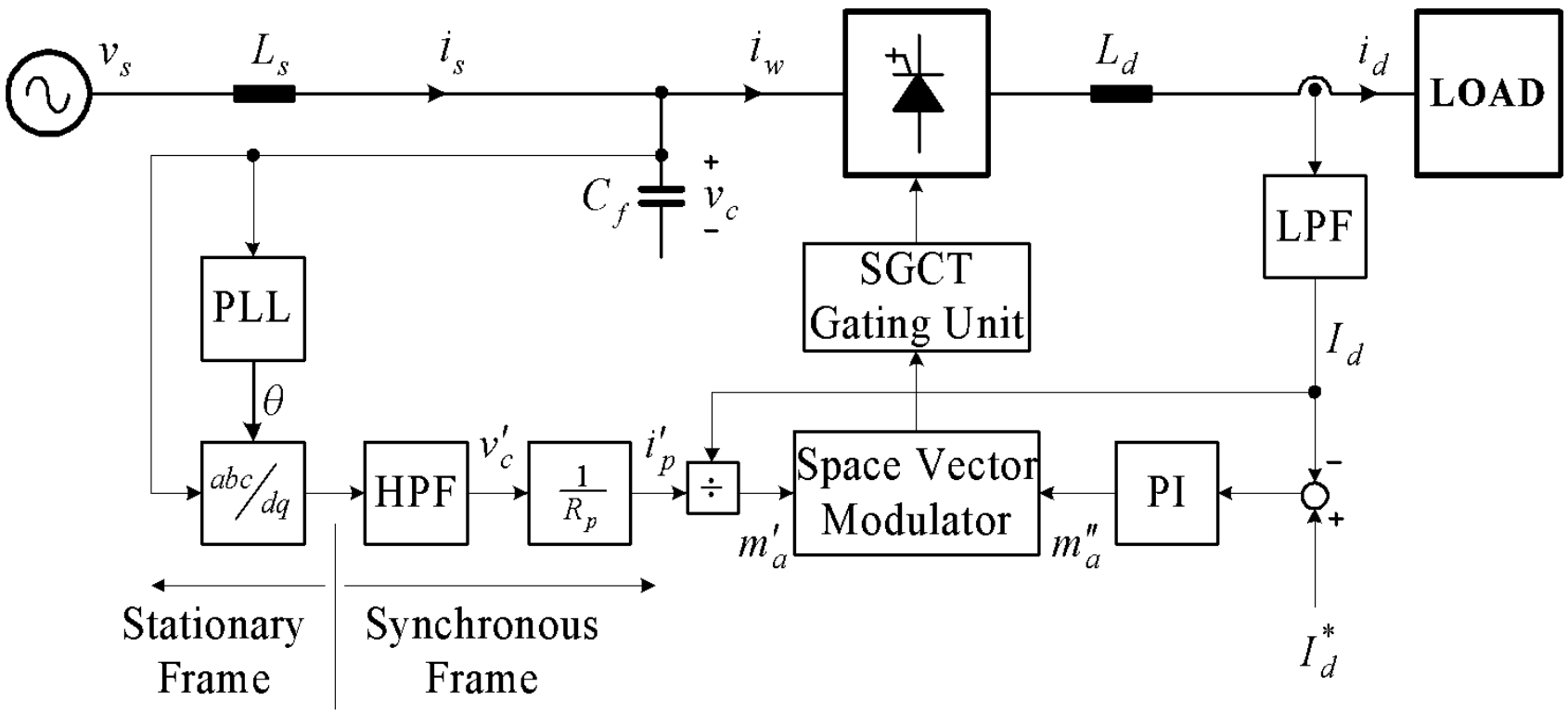


(b) Active damping

- **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**

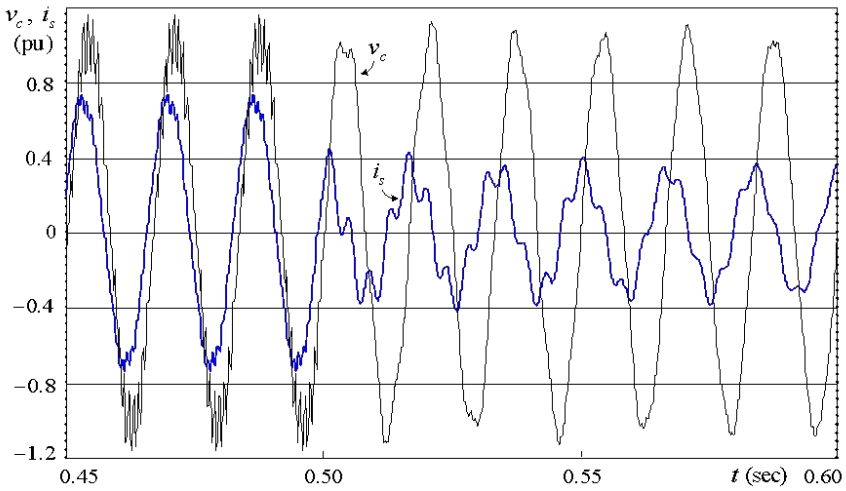
LC Resonances and Active Damping

- **Block Diagram of Active Damping Control**

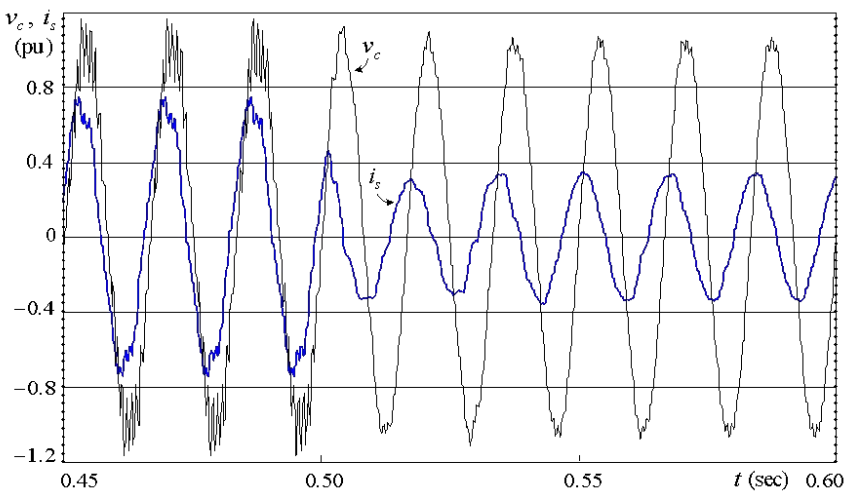


LC Resonances and Active Damping

- **Simulated Waveforms**



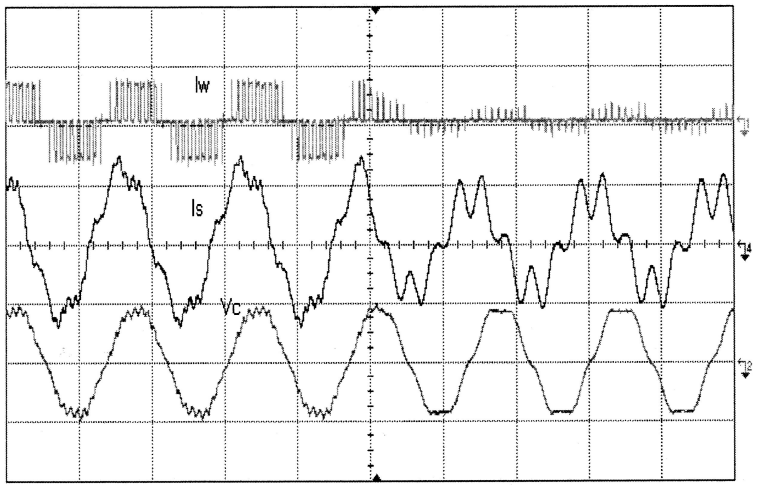
(a) Without active damping control



(b) With active damping control

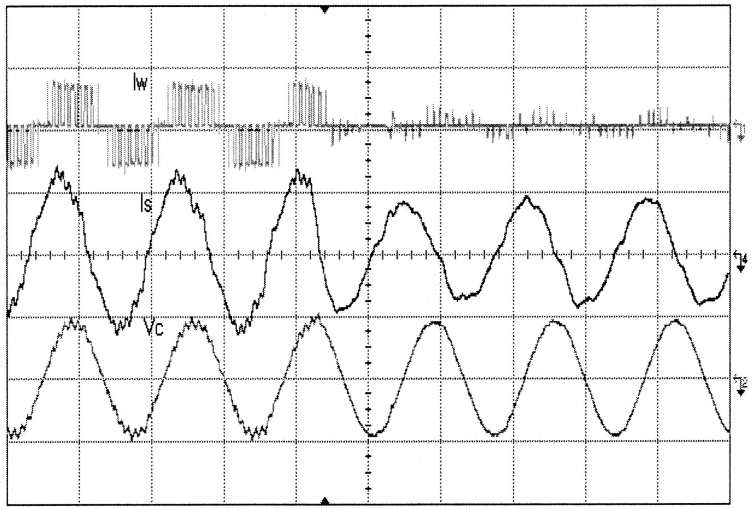
LC Resonances and Active Damping

- **Measured Waveforms**



Without Active Damping

- Rectifier input current
- Line current
- Capacitor voltage

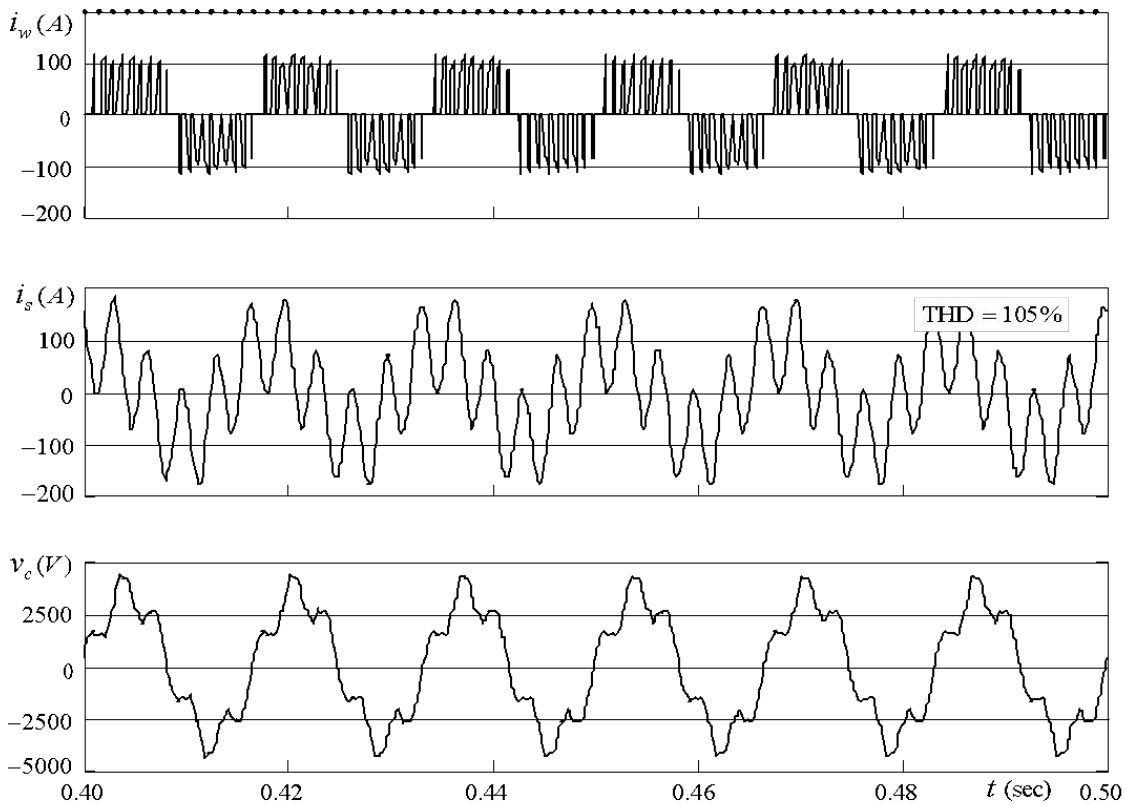


With Active Damping

- Rectifier input current
- Line current
- Capacitor voltage

LC Resonances and Active Damping

- **Steady-State Waveforms Without Active Damping**

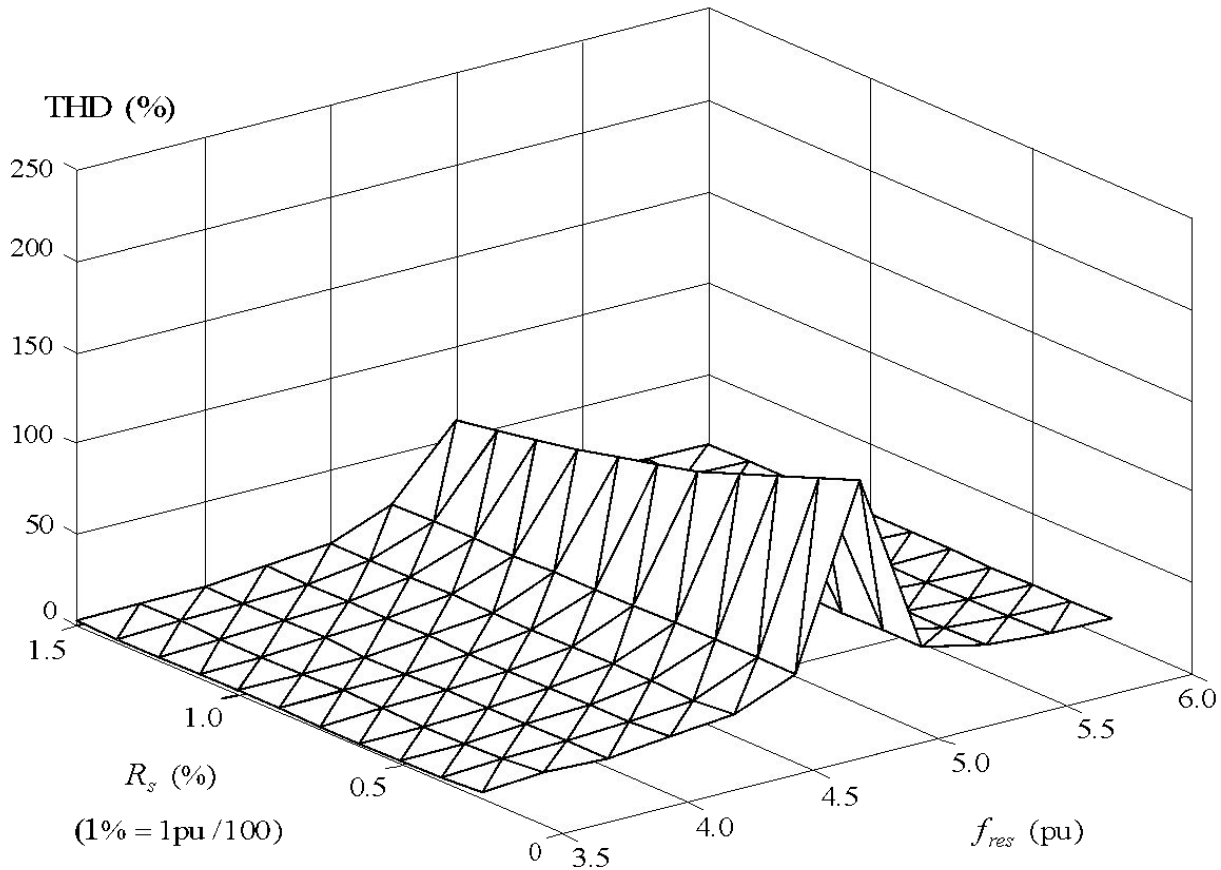


No active damping control

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

LC Resonances and Active Damping

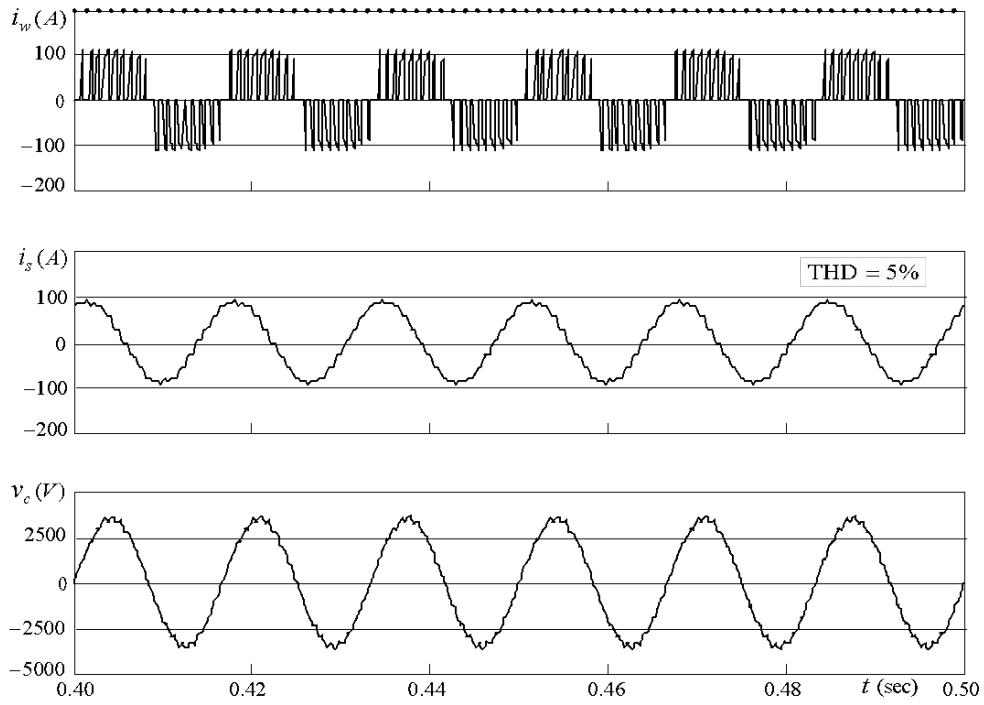
- Line Current THD



No active damping control

LC Resonances and Active Damping

- **Steady-State Waveforms With Active Damping**

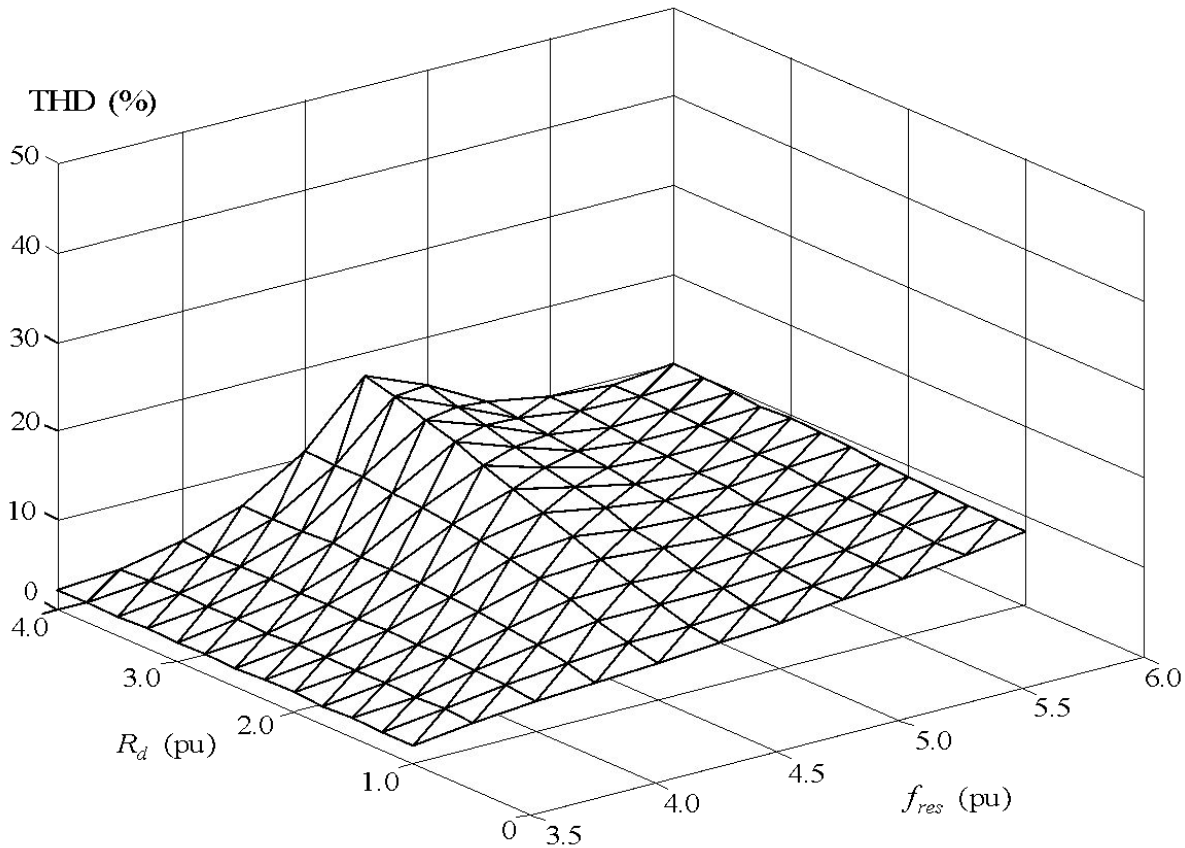


With active damping control

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

LC Resonances and Active Damping

- Line Current THD



With active damping control

RYERSON UNIVERSITY

Спасибо!