

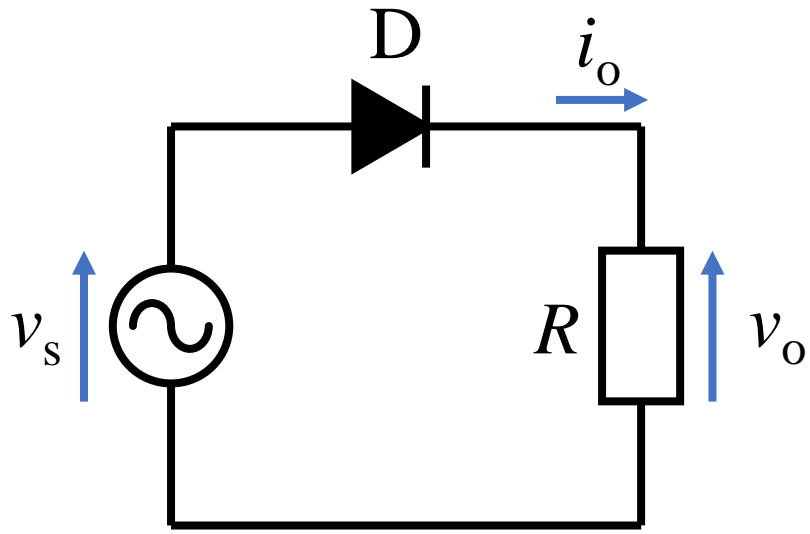
# **13. AC-DCコンバータ（整流回路）（5）**

## **13. AC-DC Converter (Rectification Circuit) ( 5 )**

### **講義内容**

- 1. 各整流回路の負荷電圧の平均値**
- 2. コンデンサ／チョークインプット型**
- 3. PFC（力率改善）コンバータ**

# 单相半波ダイオード整流回路：R負荷



最大値

$V_{s\_max}$

実効値

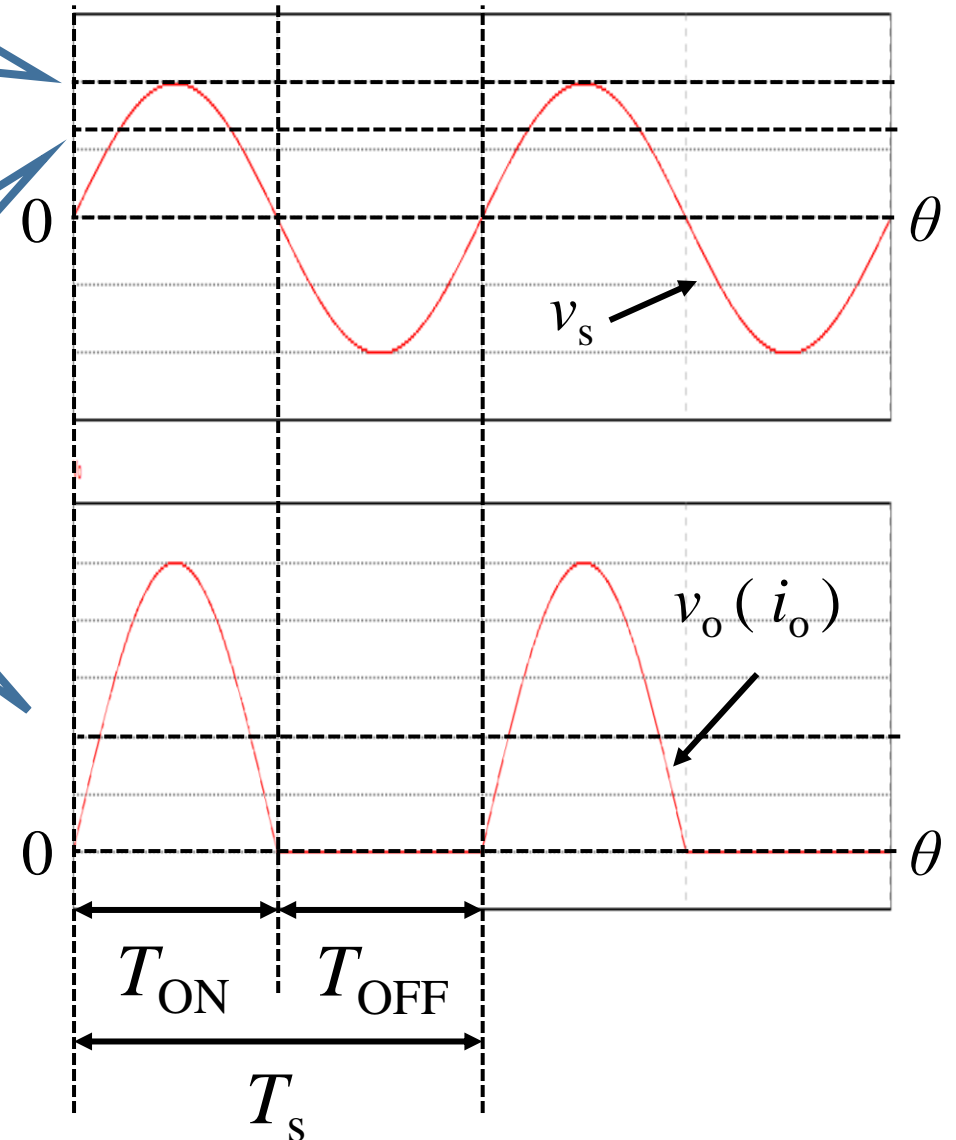
$V_{s\_rms}$

平均値

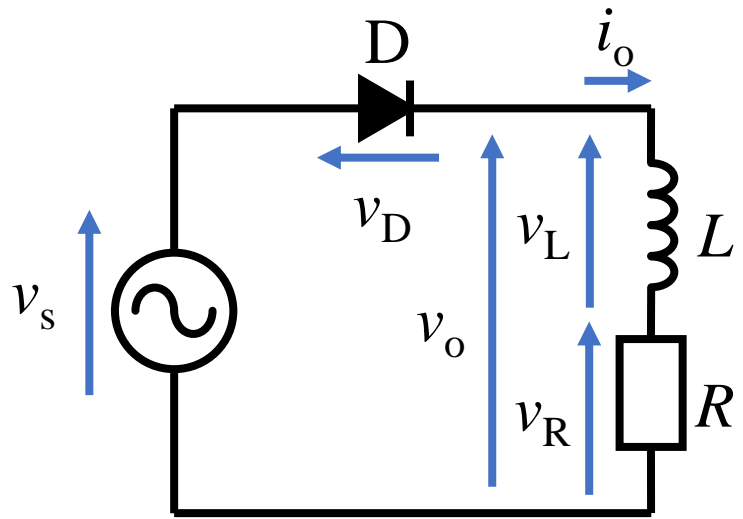
$V_{o\_ave}$

負荷電圧の平均値

$$\begin{aligned} V_{o\_ave} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_{s\_max} \sin \theta d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} V_{s\_rms} \sin \theta d\theta \\ &= \frac{\sqrt{2} V_{s\_rms}}{2\pi} [-\cos \theta]_0^{\pi} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} V_{s\_rms} \approx 0.45 V_{s\_rms} \end{aligned}$$



# 単相半波ダイオード整流回路：LR負荷



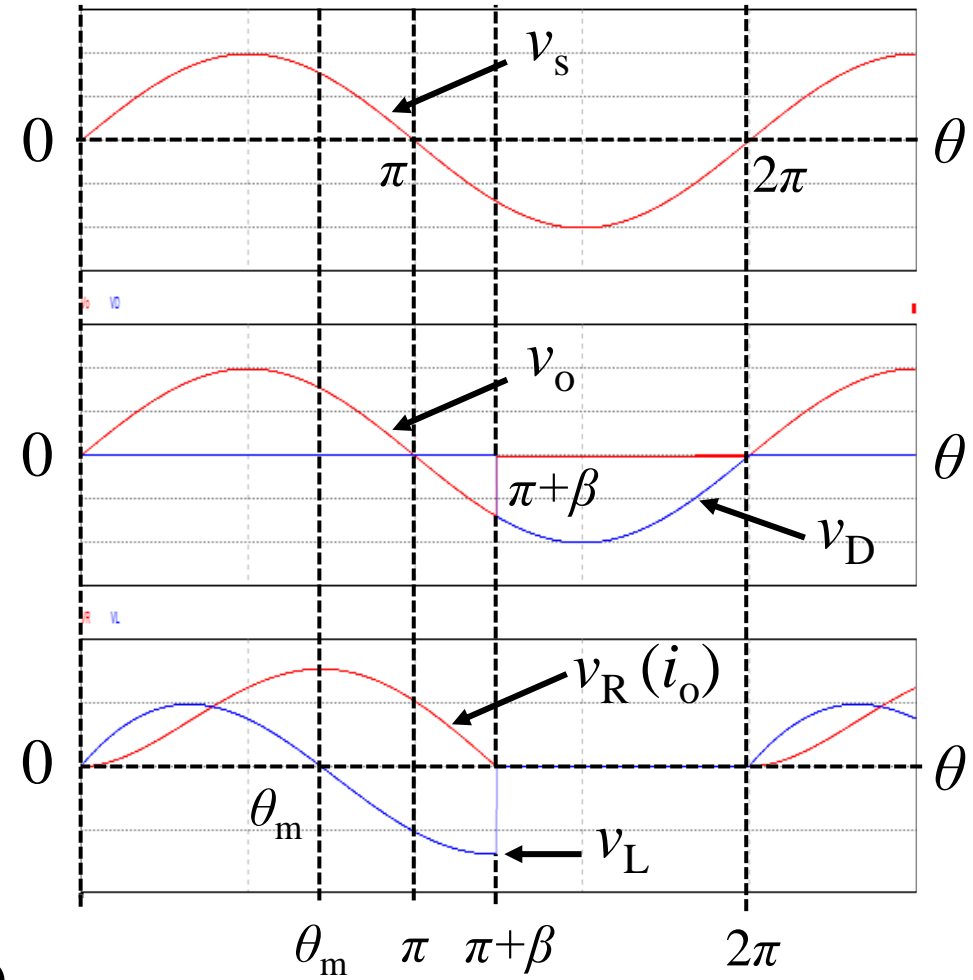
$v_L$ は1周期において  
**充電**と**放電**の  
大きさが**等しい**ため  
積分値は**ゼロ**

$v_R = v_o$

負荷電圧の平均値

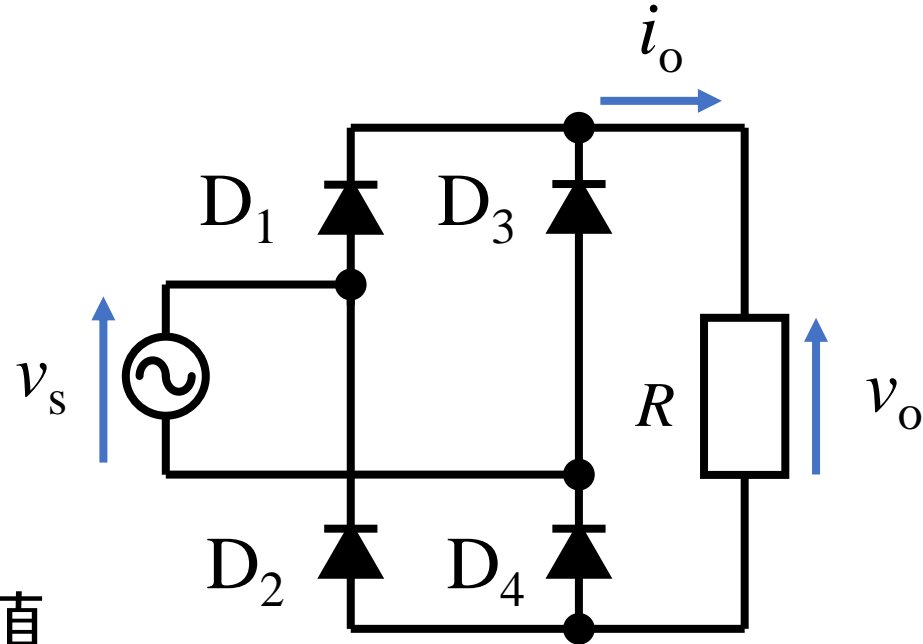
$$V_{o\_ave} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_o d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi+\beta} v_L d\theta + \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi+\beta} v_R d\theta$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi+\beta} \sqrt{2}V_{s\_rms} \sin \theta d\theta = \frac{\sqrt{2}}{2\pi} V_{s\_rms} \{1 - \cos(\pi + \beta)\} = V_R$$



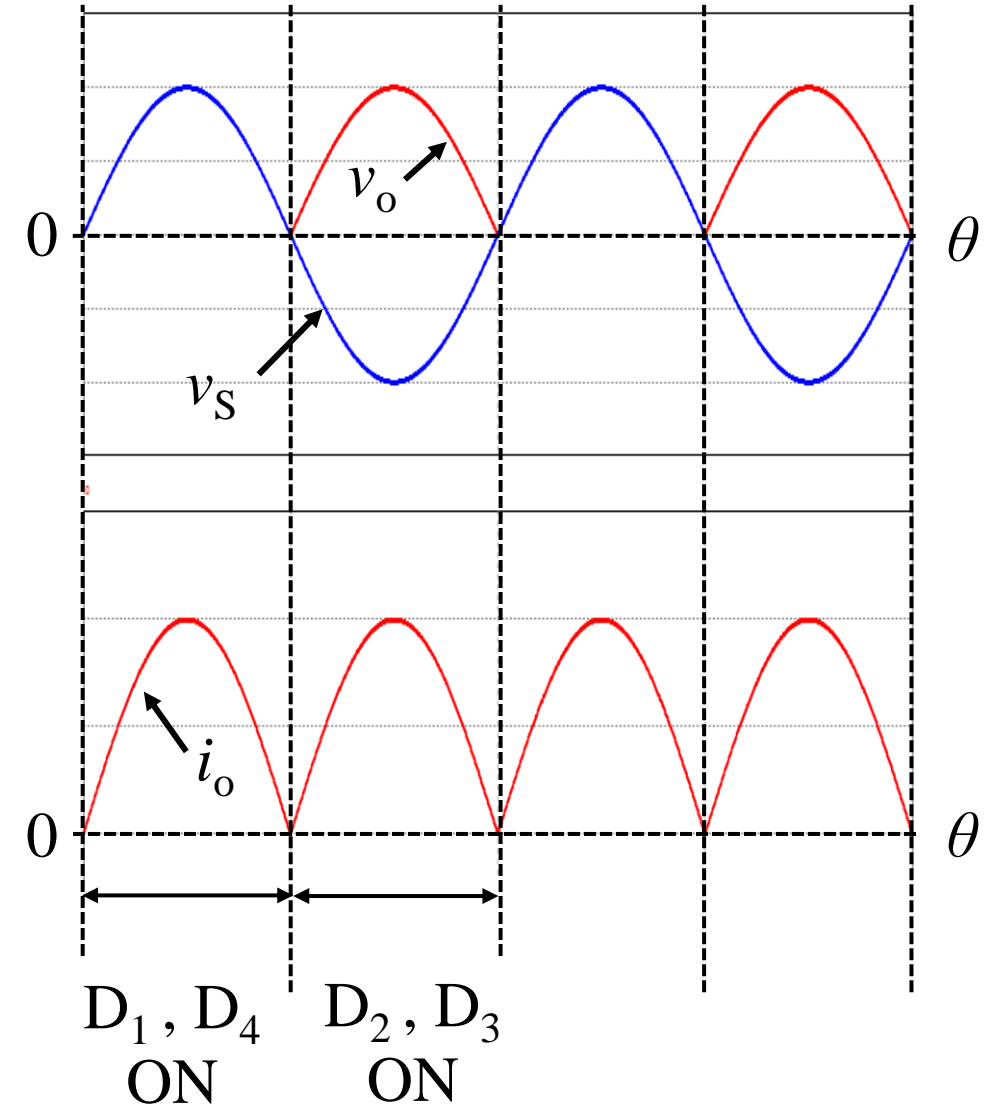
抵抗で消費

# 単相全波ダイオード整流回路：R負荷

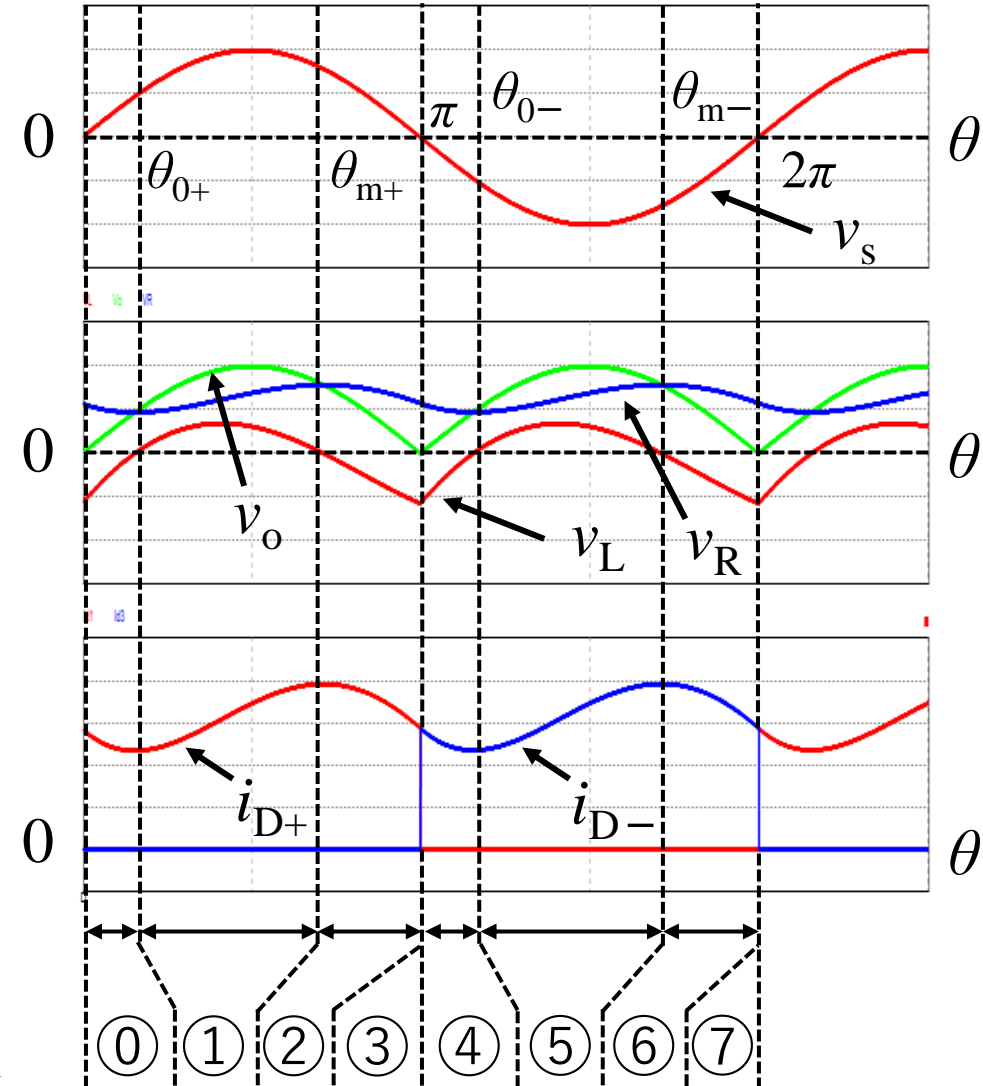
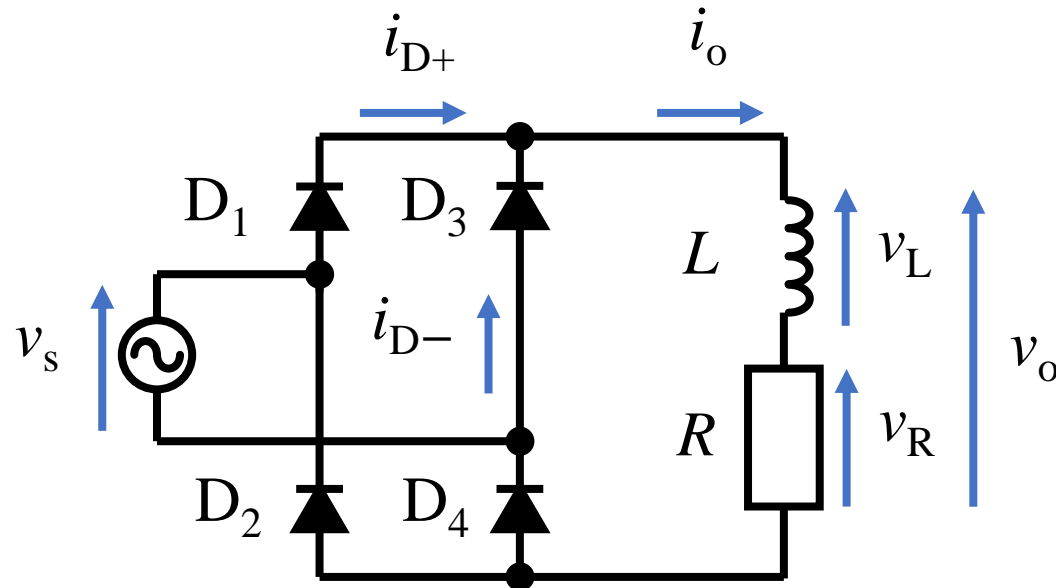


負荷電圧の平均値

$$\begin{aligned} V_{o\_ave} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_{s\_max} \sin \theta d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sqrt{2}V_{s\_rms} \sin \theta d\theta \\ &= \frac{\sqrt{2}V_{s\_rms}}{\pi} [-\cos \theta]_0^\pi = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} V_{s\_rms} \approx 0.9V_{s\_rms} \end{aligned}$$



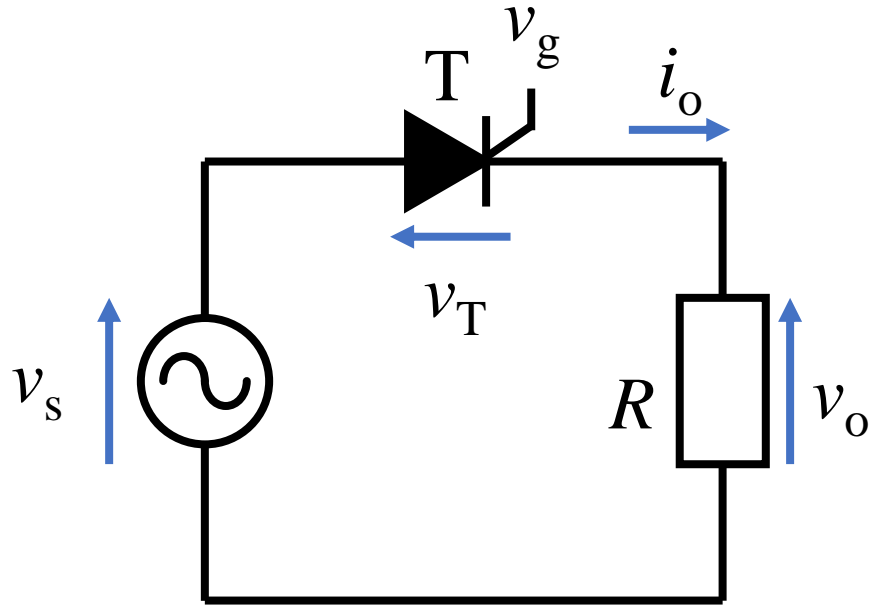
# 単相全波ダイオード整流回路：LR負荷



## 負荷電圧の平均値

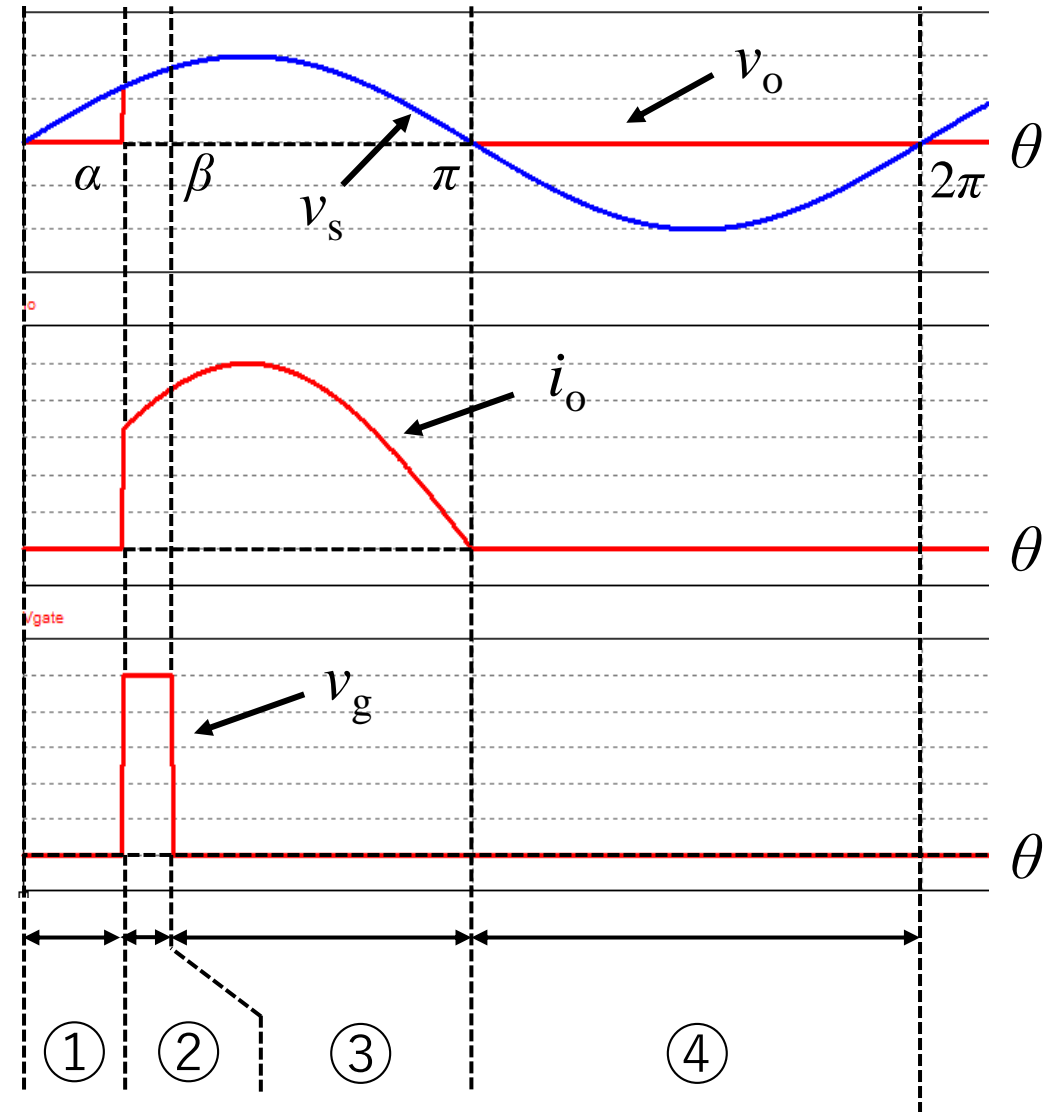
$$\begin{aligned}
 V_{o\_ave} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_o d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_L d\theta + \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_R d\theta \\
 &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sqrt{2}V_{s\_rms} \sin \theta d\theta = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} V_{s\_rms} \approx 0.9V_{s\_rms} = V_R
 \end{aligned}$$

# 単相半波サイリスタ整流回路：R負荷

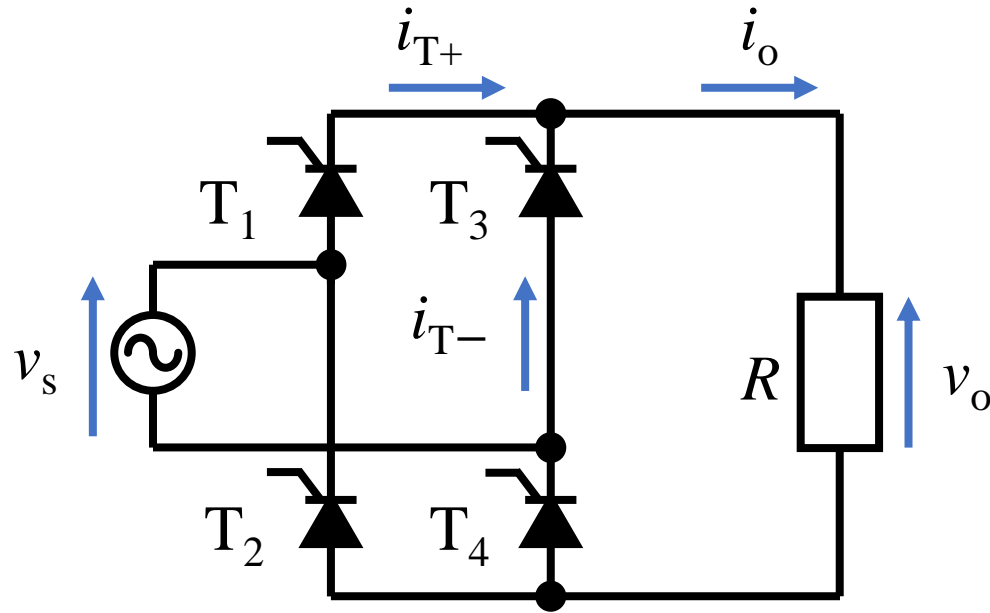


## 負荷電圧の平均値

$$\begin{aligned} V_{o\_ave} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_{s\_max} \sin \theta d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} V_{s\_rms} \sin \theta d\theta \\ &= \frac{\sqrt{2} V_{s\_rms}}{2\pi} [-\cos \theta]_{\alpha}^{\pi} = 0.225 V_{s\_rms} (1 + \cos \alpha) \end{aligned}$$

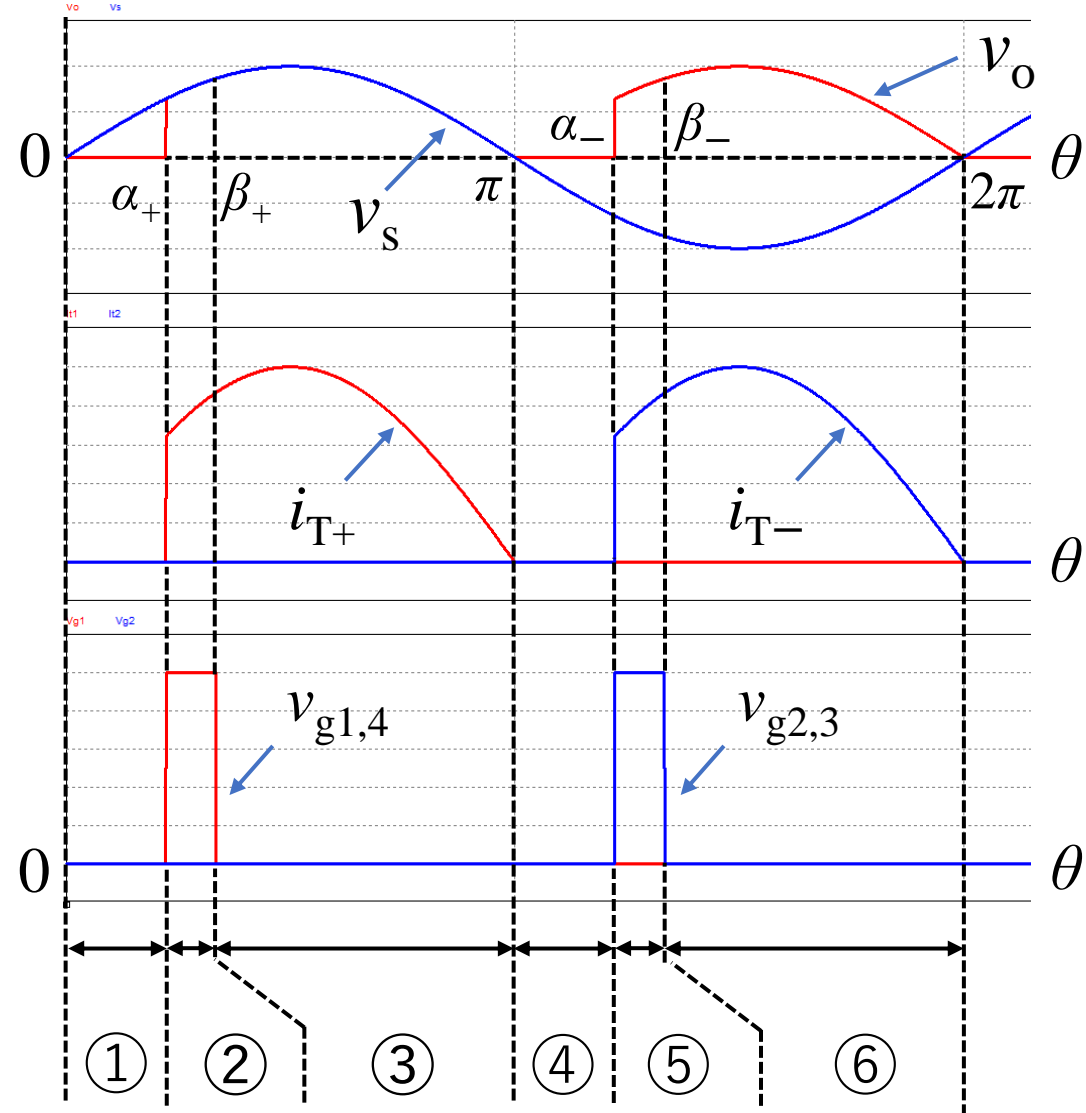


# 単相全波サイリスタ整流回路：R負荷

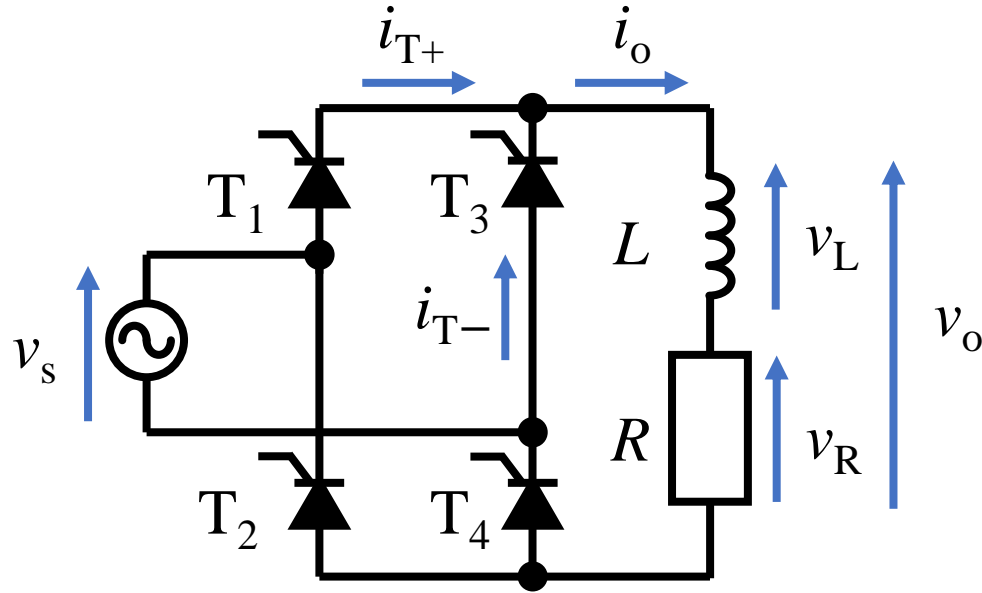


## 負荷電圧の平均値

$$\begin{aligned}
 V_{o\_ave} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_{s\_max} \sin \theta d\theta = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2}V_{s\_rms} \sin \theta d\theta \\
 &= \frac{\sqrt{2}V_{s\_rms}}{\pi} [-\cos \theta]_{\alpha}^{\pi} = 0.45V_{s\_rms} (1 + \cos \alpha)
 \end{aligned}$$

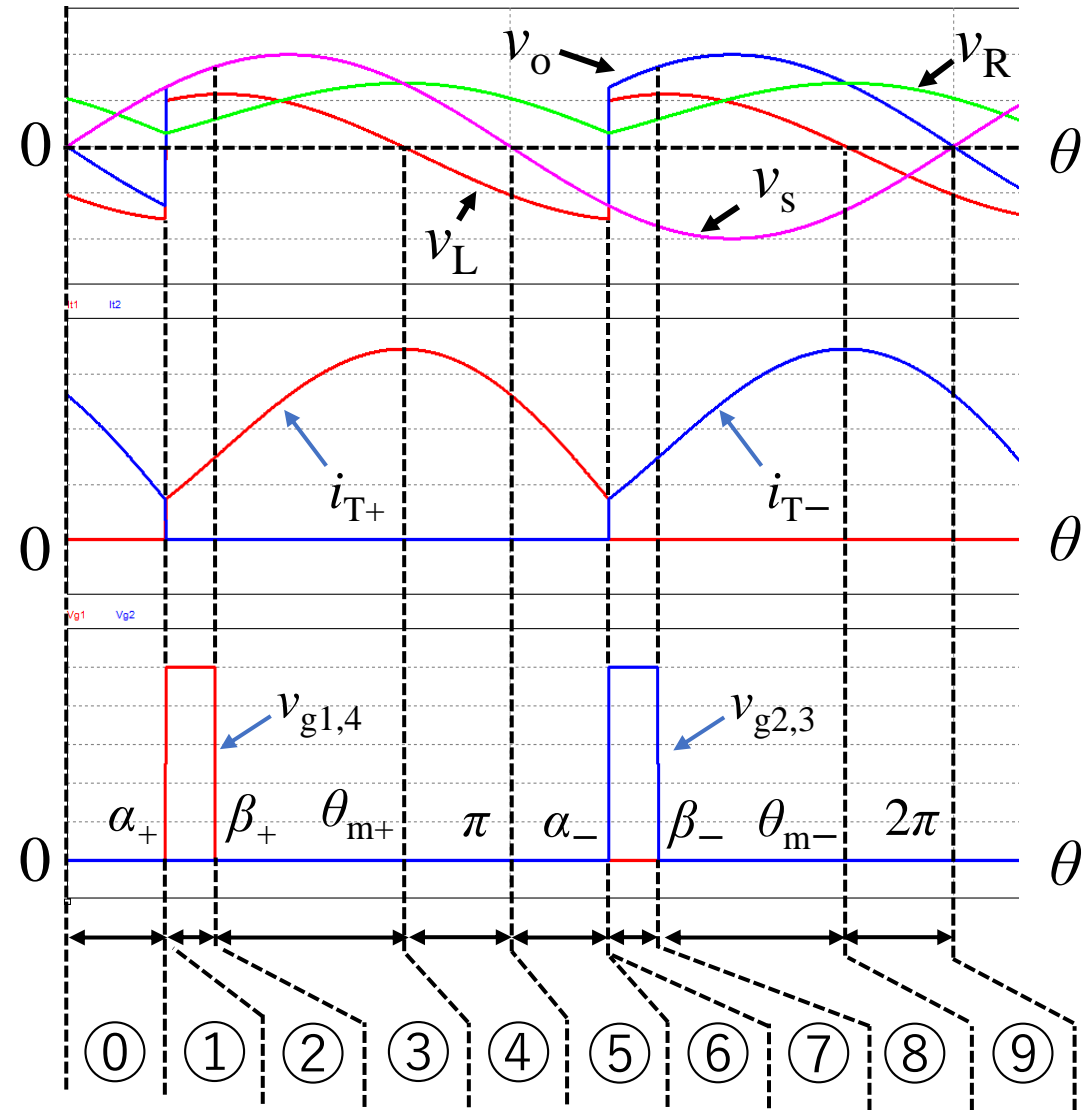


# 単相全波サイリスタ整流回路：LR負荷



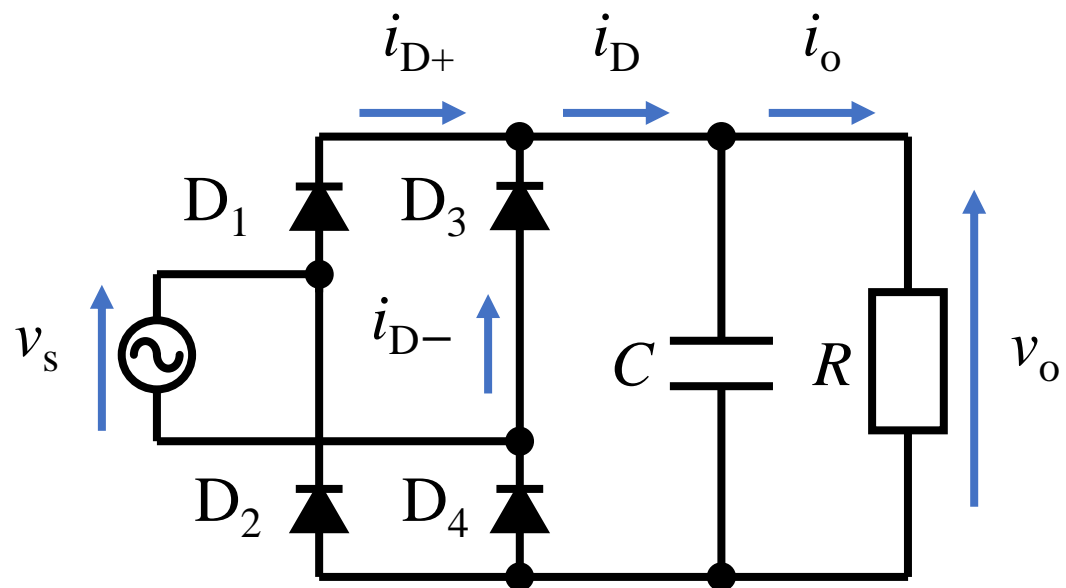
## 負荷電圧の平均値

$$\begin{aligned}
 V_{o\_ave} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_o d\theta = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} v_L d\theta + \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} v_R d\theta \\
 &= \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} \sqrt{2}V_{s\_rms} \sin \theta d\theta = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} V_{s\_rms} \cos \alpha \\
 &= 0.9V_{s\_rms} \cos \alpha = V_R
 \end{aligned}$$



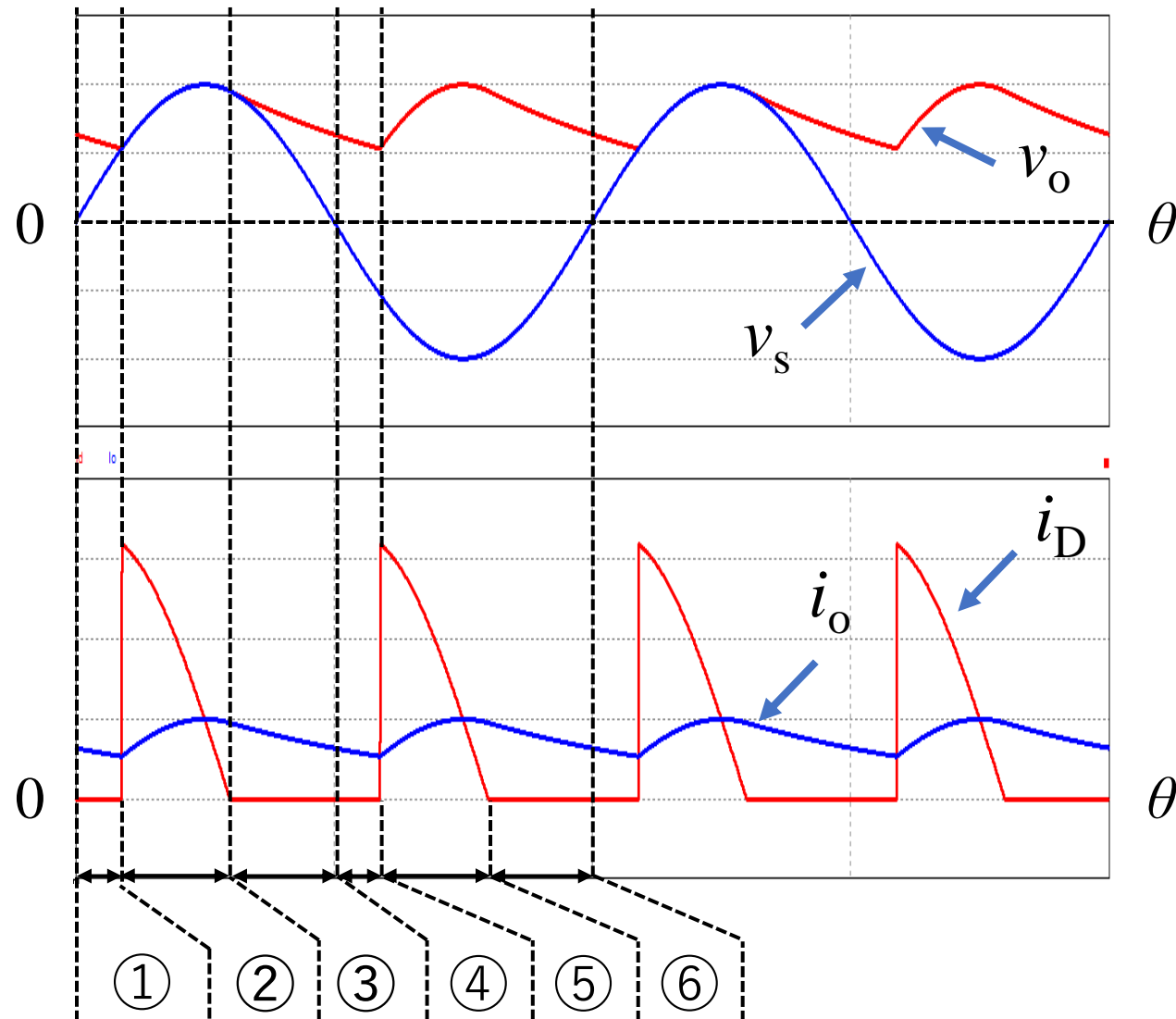


# コンデンサインプット型整流回路

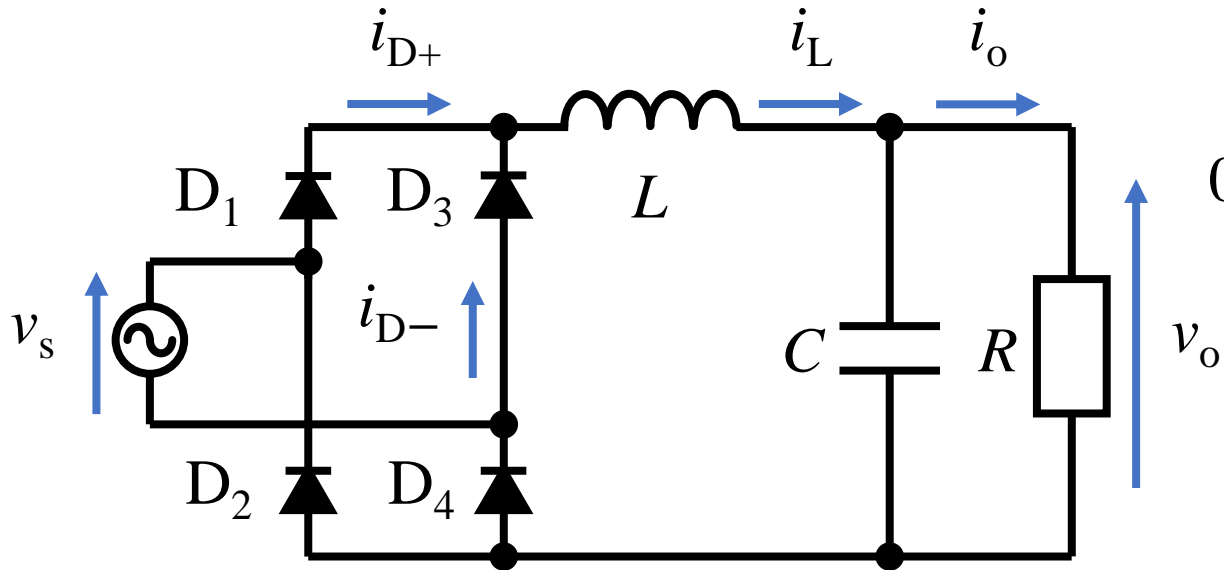


コンデンサ インプット型整流回路

$v_s > v_o$  の時にのみ出力側に電流が流れるため、右図のようになる

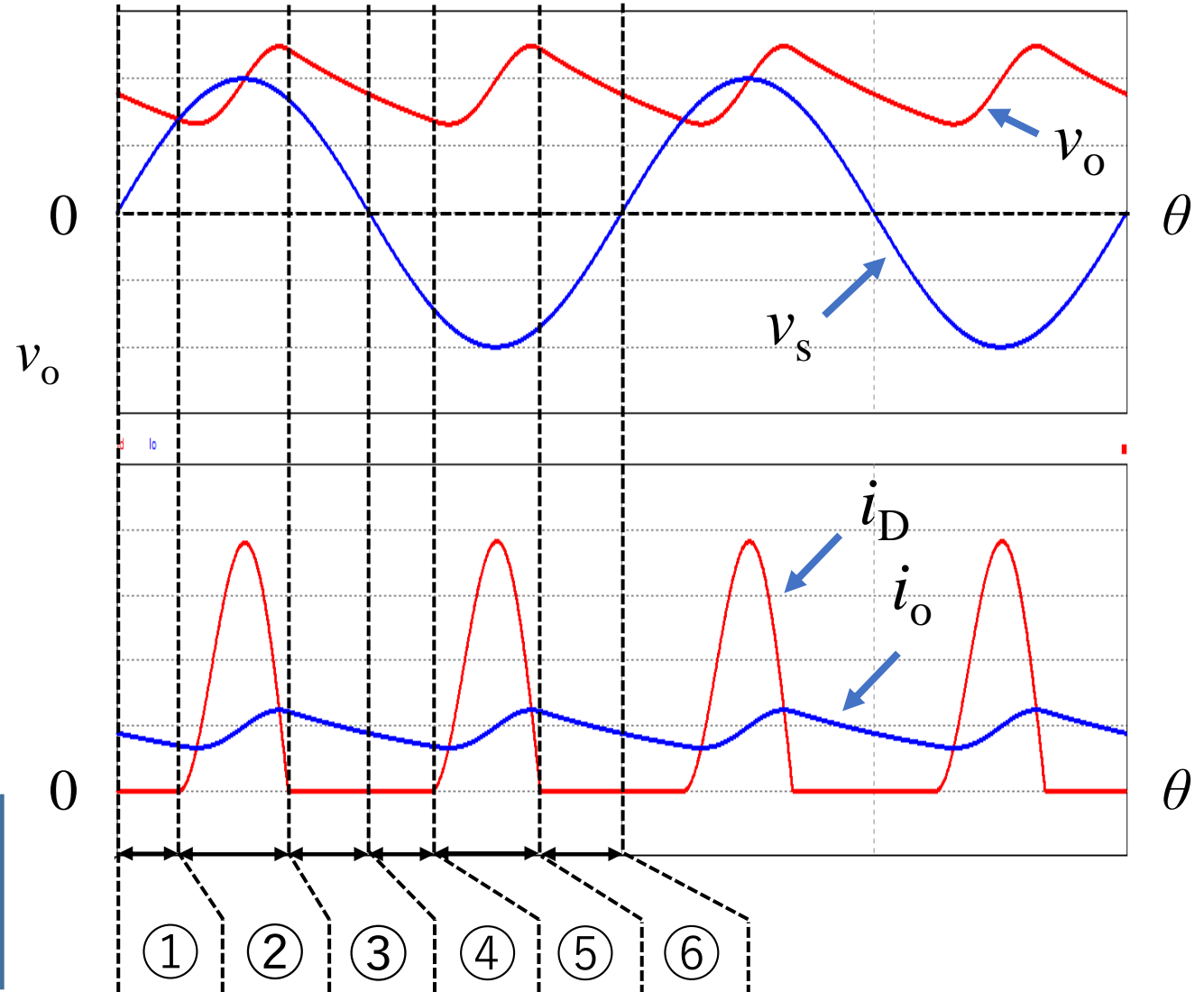


# チョークインプット型整流回路

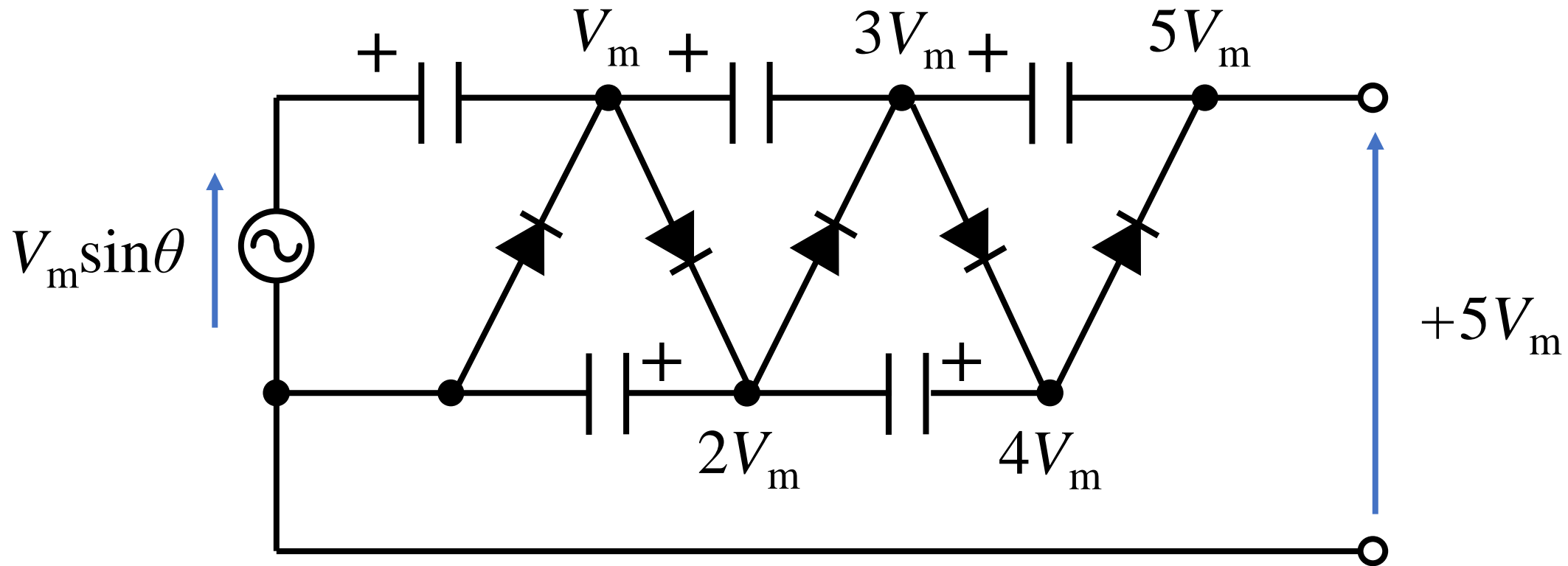


## チョーク インプット型整流回路

$L$ による電流の引き抜きにより  
 $C$ インプット型より **力率** が良くなる

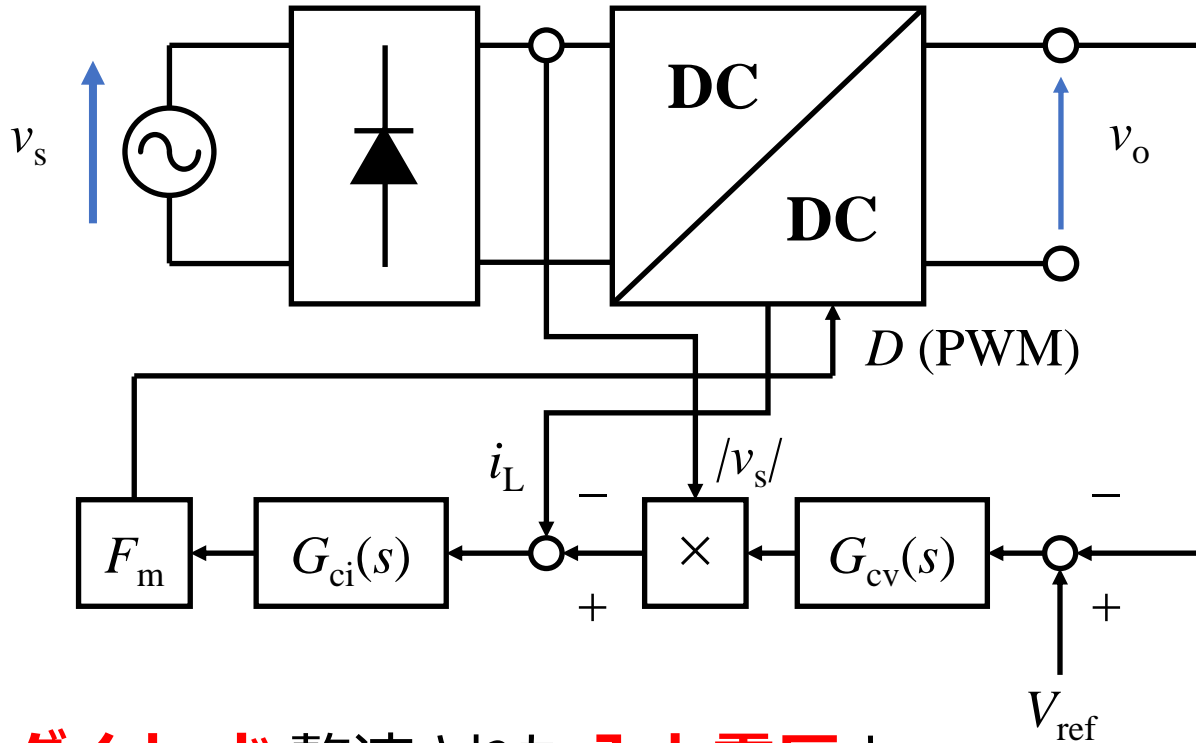


# コッククロフト・ウォルトン(Cockcroft-Walton)回路



**半波倍電圧** 整流回路を図のように **多段** に **直列** で接続することで、各素子の耐圧は2倍のまま高電圧を得ることが出来る。  
上記の回路を **コッククロフト・ウォルトン** 回路と呼ぶ。

# PFCコンバータ (Active PFC)



デスクトップPC用電源

[https://www.bhphotovideo.com/c/product/1193905-REG/thermaltake\\_ps\\_spd\\_0700npcwus\\_w\\_smart\\_active\\_pfc\\_80\\_plus.html](https://www.bhphotovideo.com/c/product/1193905-REG/thermaltake_ps_spd_0700npcwus_w_smart_active_pfc_80_plus.html)

ダイオード 整流された **入力電圧** と **インダクタ電流** が同じ **形状** かつ **同位相** 波形となるように **制御** することで力率を大幅に改善できるため、**力率改善** 回路と呼ばれる PFC : Power Factor Correction

- 受動素子並びにダイオード, サイリスタで構成された整流回路 : **Passive PFC**
- スイッチング動作を積極的に用いて力率を改善する整流回路 : **Active PFC**