

パワーエレクトロニクス講義資料

第14回 3相PWMインバータ

担当: 古橋武

furuhashi@cse.nagoya-u.ac.jp

三相交流

を基本とする.

中電力, 大電力を必要とする工場, ビルなどは三相電力線を引き込んでいる.
家庭などの小電力需要家に入るところで単相100[V]が用いられている.

モータ 三相誘導モータ

三相同期モータ

ハイブリッド車のモータも三相誘導モータ

最新の新幹線, 地下鉄のモータも三相誘導モータ

ブラシレスモータ

家電品(冷蔵庫, 洗濯機, 扇風機など)の小型交流モータは単相誘導モータ

エコ発電も三相を基本とする.

風力発電

太陽光発電

燃料電池発電

など

三相交流

発送・配電は全て三相を基本とする。

中電力, 大電力を必要とする工場, ビルなどは三相電力線を引き込んでいる.
家庭などの小電力需要家に入るところで単相100[V]が用いられている.

産業用機器のほとんども三相

モータ 三相誘導モータ

三相同期モータ

ハイブリッド車のモータも三相誘導モータ

最新の新幹線, 地下鉄のモータも三相誘導モータ

ブラシレスモータ

家電品(冷蔵庫, 洗濯機, 扇風機など)の小型交流モータは単相誘導モータ

エコ発電も三相を基本とする。

風力発電

太陽光発電

燃料電池発電

など

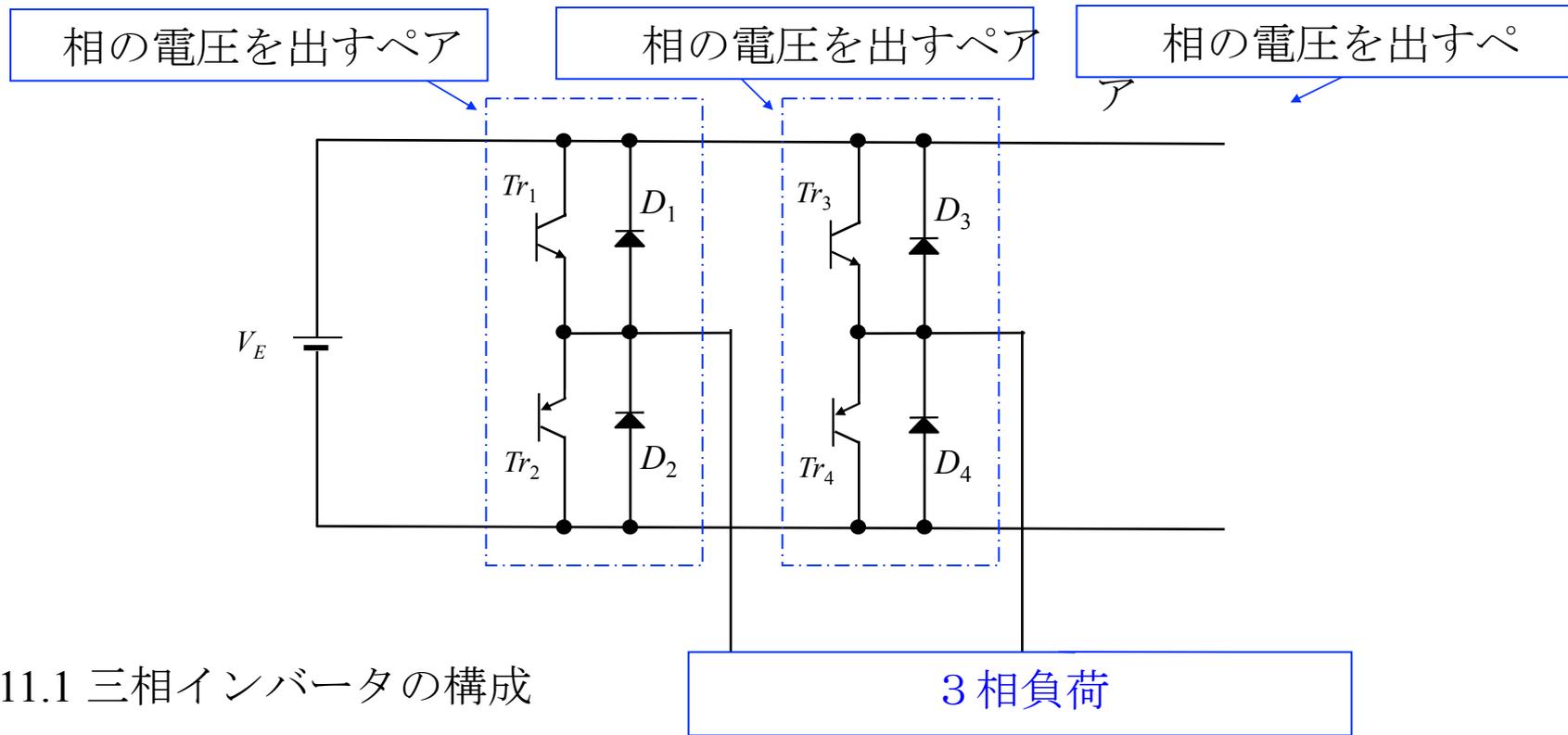
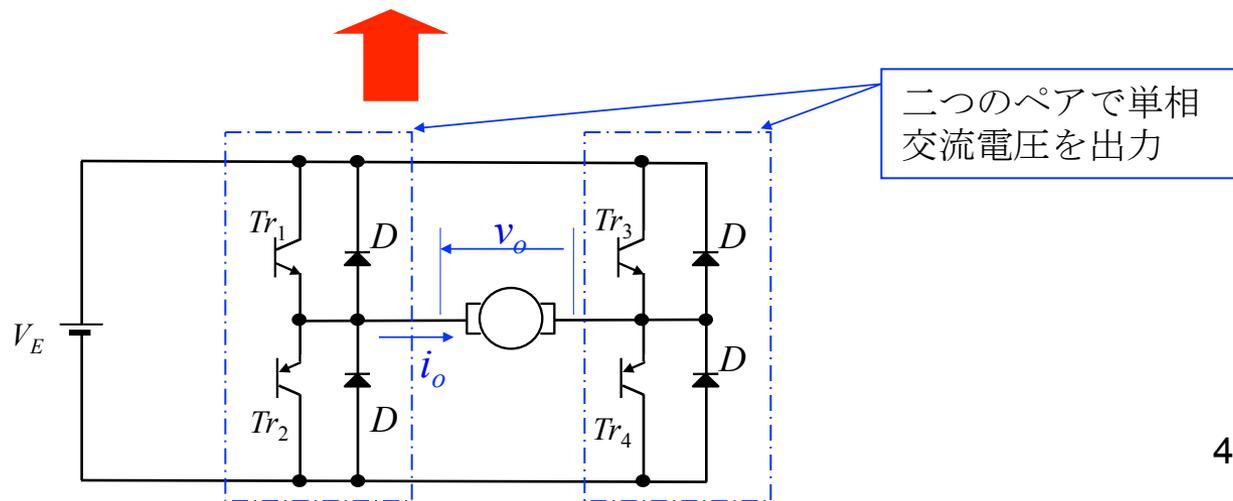


図11.1 三相インバータの構成



第11章 三相PWMインバータ

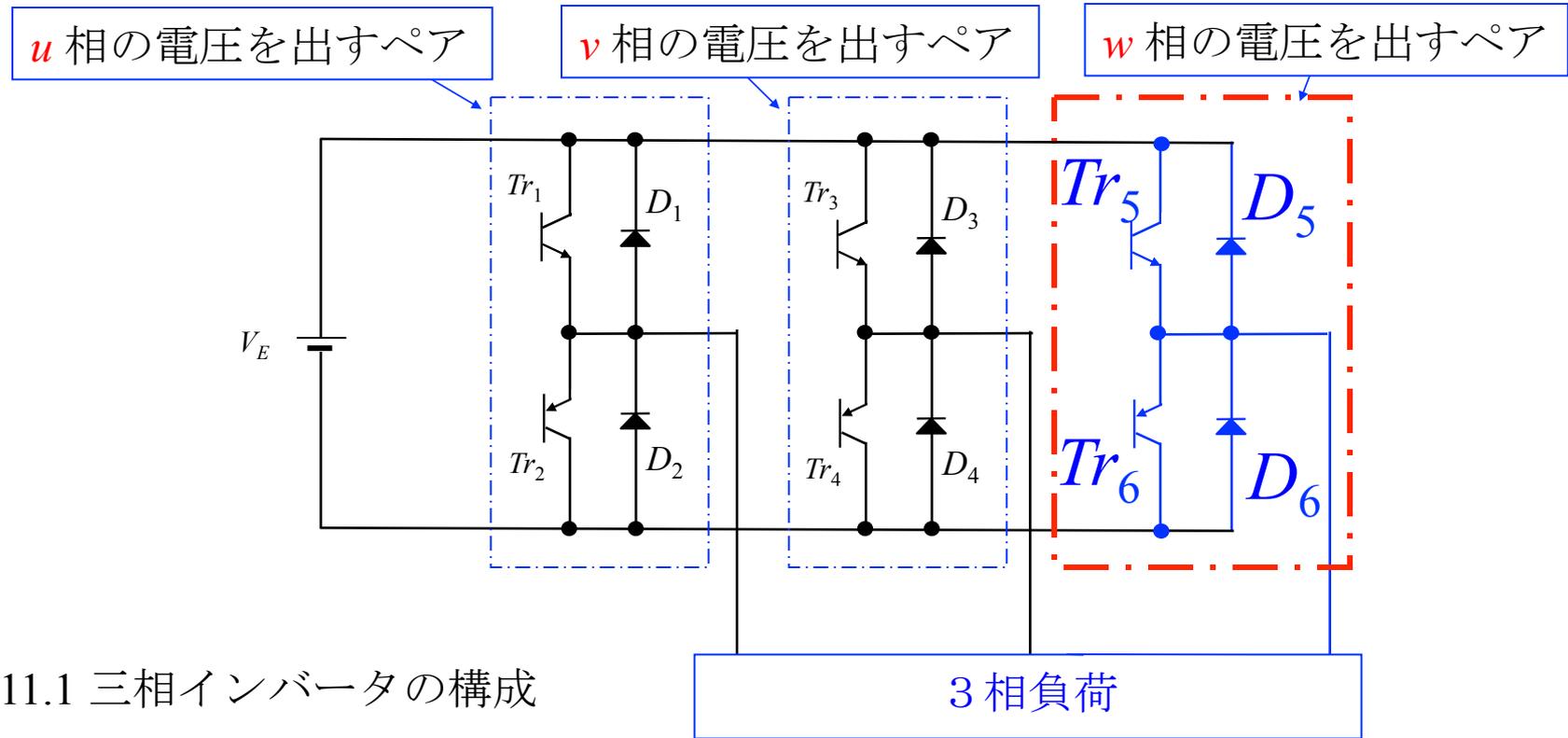
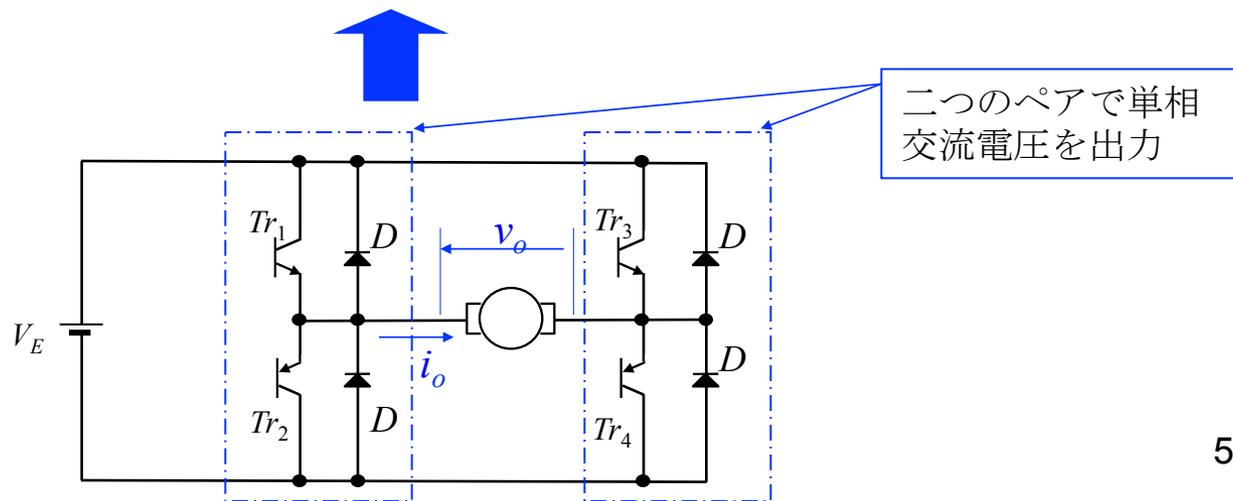
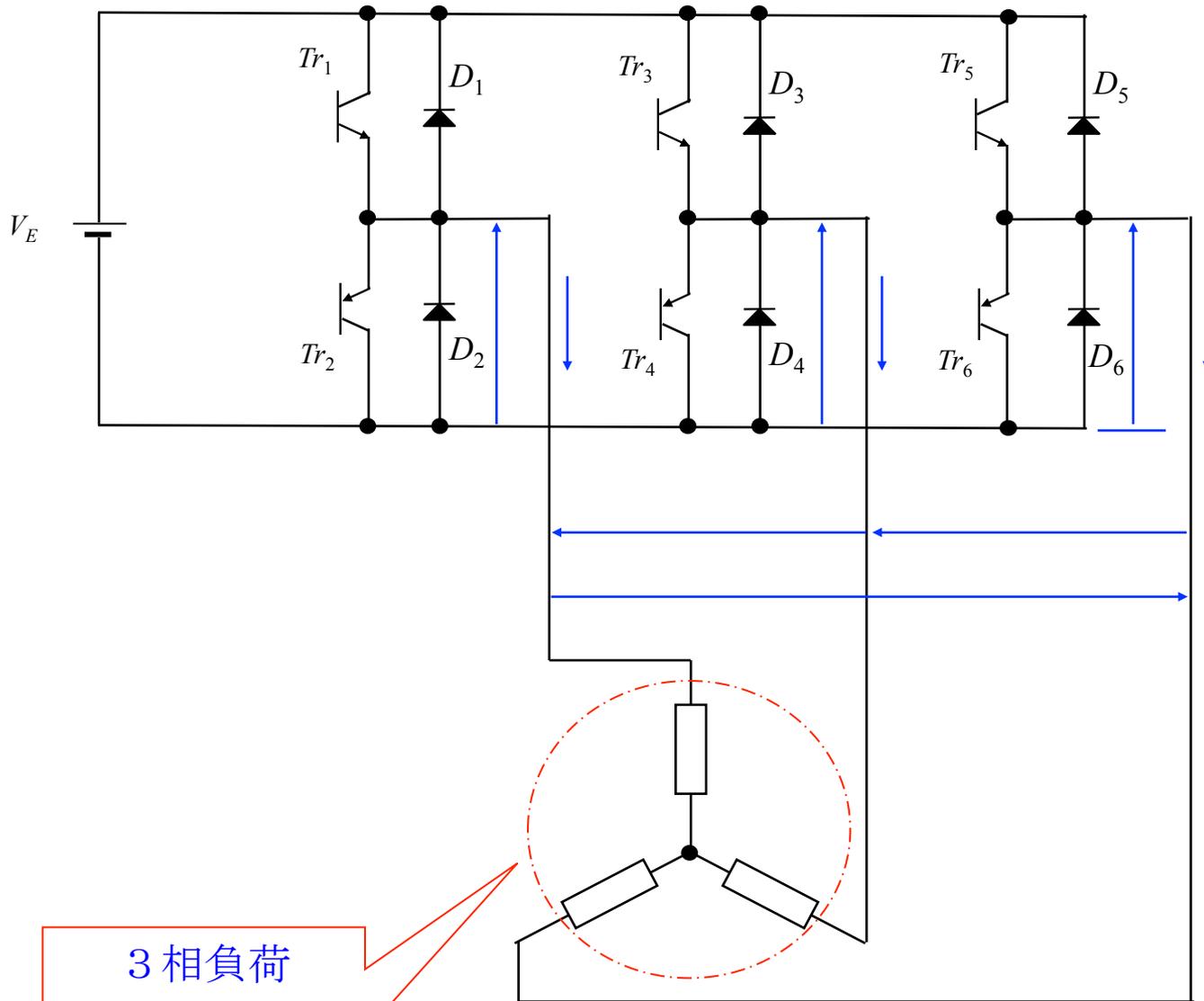


図11.1 三相インバータの構成





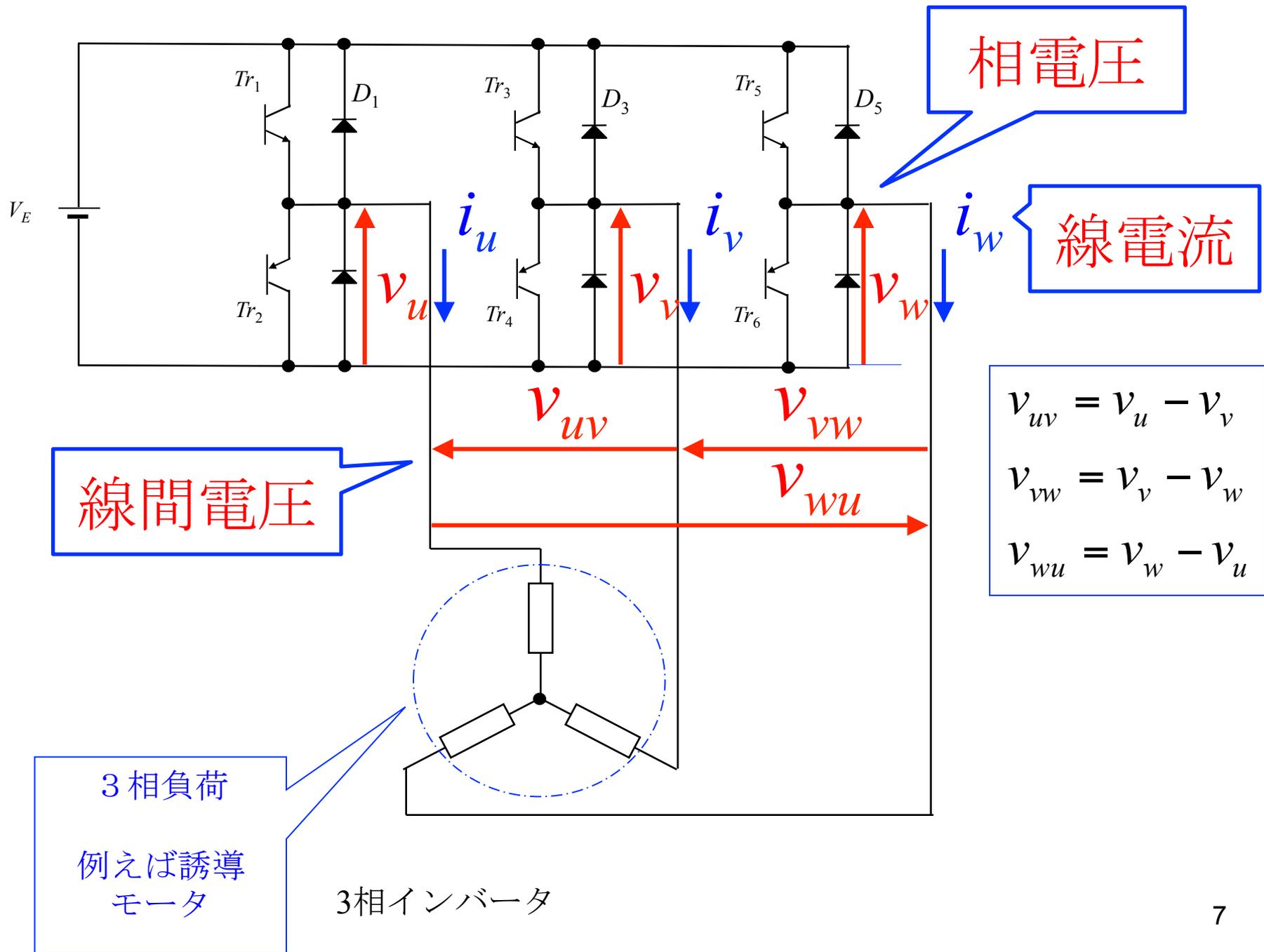
$$V_{uv} = V_u - V_v$$

$$V_{vw} = V_v - V_w$$

$$V_{wu} = V_w - V_u$$

3相負荷
 例えば誘導
 モータ

3相インバータ



相電圧

線電流

線間電圧

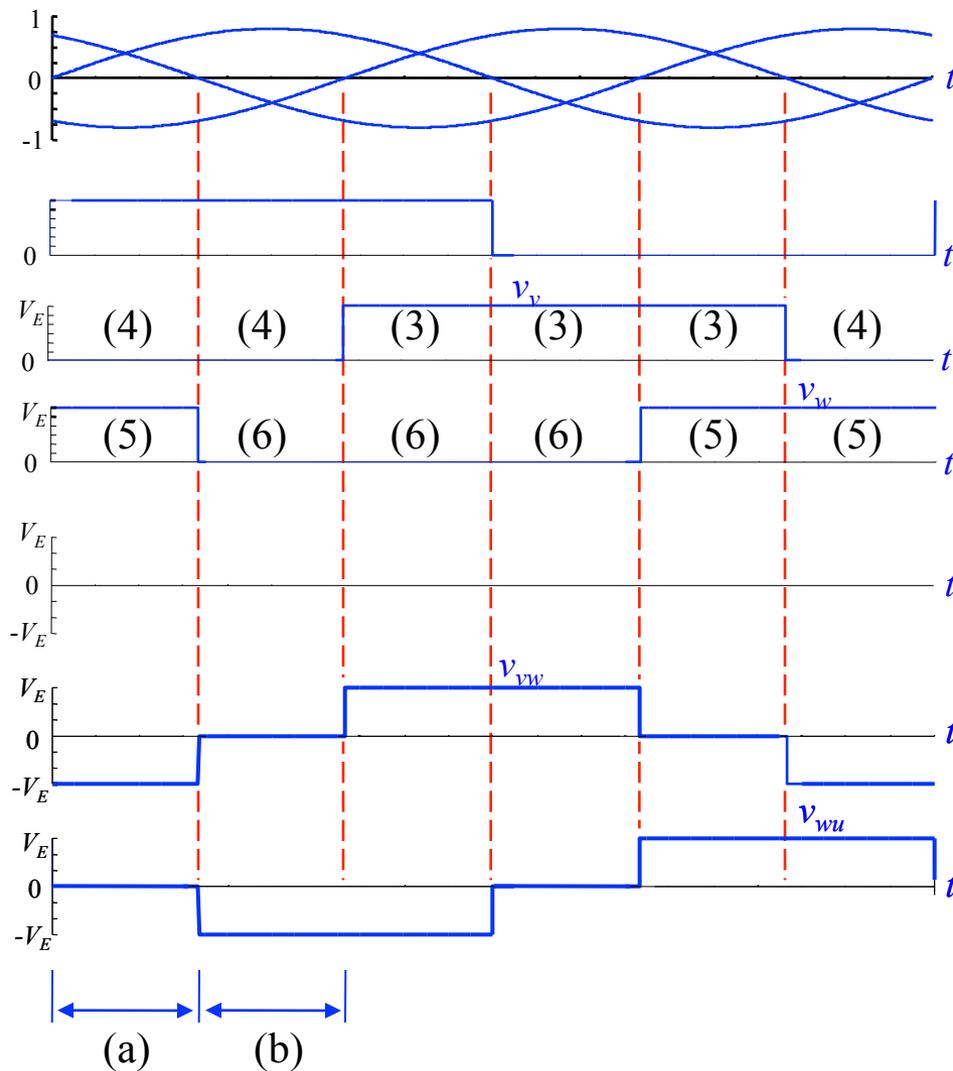
$$v_{uv} = v_u - v_v$$

$$v_{vw} = v_v - v_w$$

$$v_{wu} = v_w - v_u$$

3相負荷
例えば誘導
モータ

3相インバータ



$v_{comu} > 0$ のとき
Tr1 , Tr2

$v_{comu} < 0$ のとき
Tr1 , Tr2

$v_{comv} > 0$ のとき
Tr3 オン, Tr4 オフ

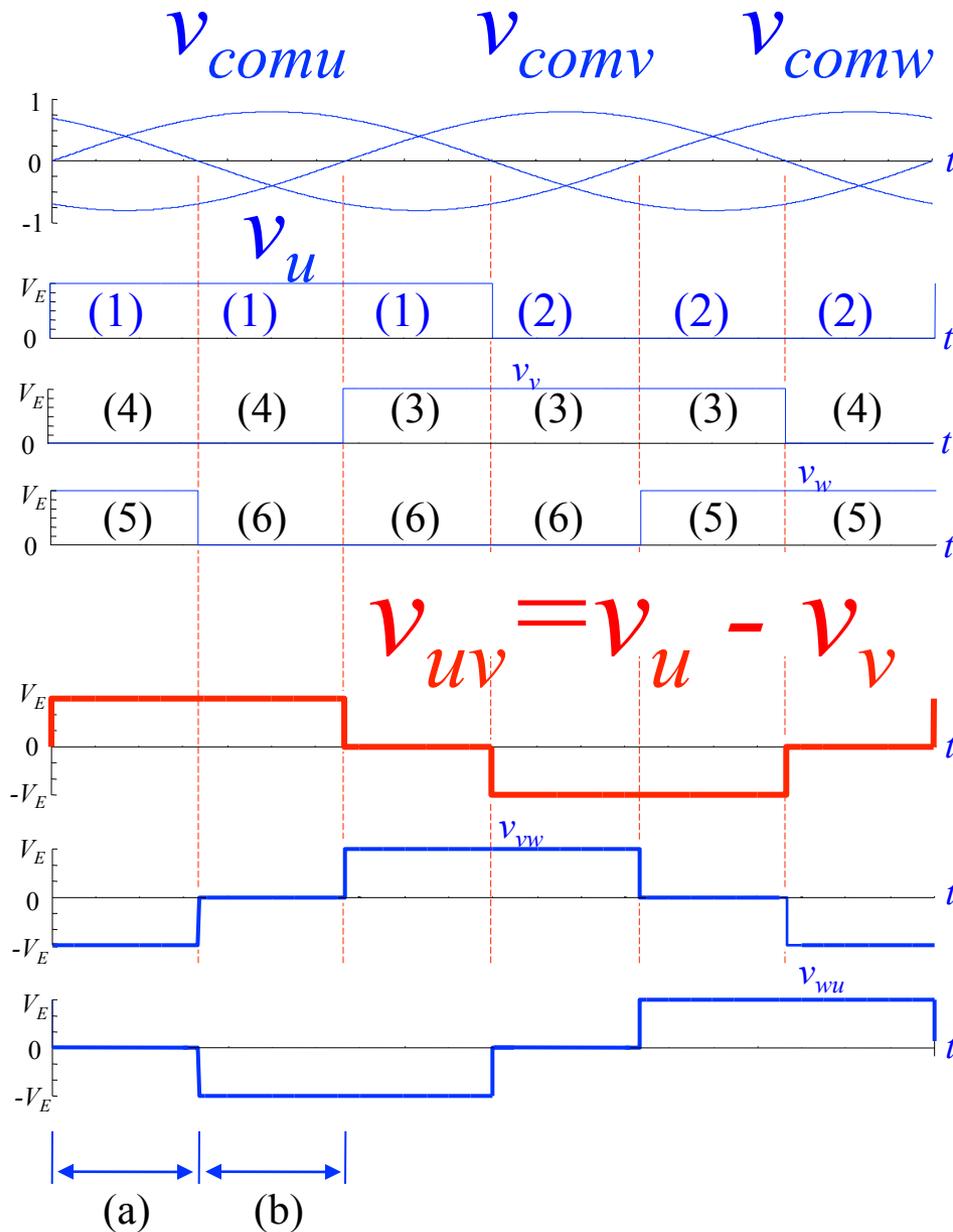
$v_{comv} < 0$ のとき
Tr3 オフ, Tr4 オン

$v_{comw} > 0$ のとき
Tr5 オン, Tr6 オフ

$v_{comw} < 0$ のとき
Tr5 オフ, Tr6 オン

図11.3 120°通電型の出力電圧波形

11.2 120°通電型 (1パルス)



$v_{comu} \geq 0$ のとき

Tr1 オン, Tr2 オフ

$v_{comu} < 0$ のとき

Tr1 オフ, Tr2 オン

$v_{comv} \geq 0$ のとき

Tr3 オン, Tr4 オフ

$v_{comv} < 0$ のとき

Tr3 オフ, Tr4 オン

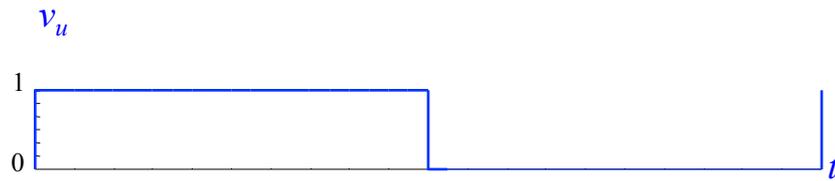
$v_{comw} \geq 0$ のとき

Tr5 オン, Tr6 オフ

$v_{comw} < 0$ のとき

Tr5 オフ, Tr6 オン

図11.3 120°通電型の出力電圧波形



相電圧のフーリエ級数展開

$$v_u = a_0 + \sum_{n=1} a_n \cos n\theta + \sum_{n=1} b_n \sin n\theta$$

$$a_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} v_u \cos \theta d\theta$$

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} v_u \sin \theta d\theta$$

$$= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_E \cos \theta d\theta$$

$$= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_E \sin \theta d\theta$$

$$= \frac{V_E}{\pi} [\sin \theta]_0^{\pi}$$

$$= \frac{V_E}{\pi} [-\cos \theta]_0^{\pi}$$

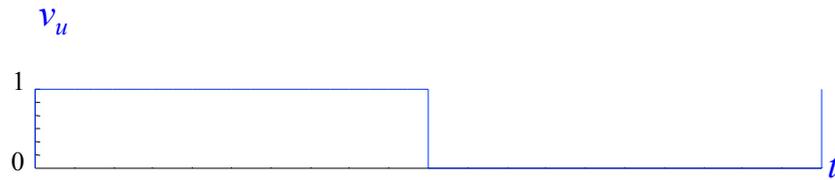
$$= 0$$

$$= \frac{2V_E}{\pi}$$

相電圧の基本波成分

$$v_{u1} =$$

課題11.1 u -相相電圧 v_u および u - v 相間の線間電圧 v_{uv} をフーリエ級数展開し、それぞれの基本波の振幅および位相を求めよ。



相電圧のフーリエ級数展開

$$v_u = a_0 + \sum_{n=1} a_n \cos n\theta + \sum_{n=1} b_n \sin n\theta$$

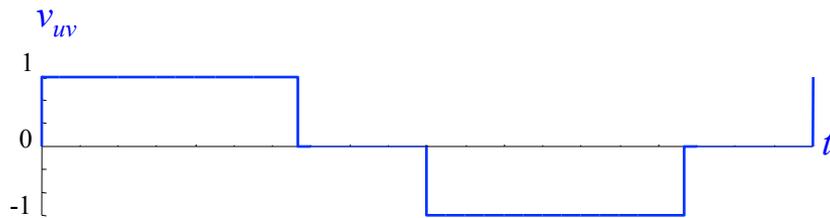
$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} v_u \cos \theta d\theta \\ &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_E \cos \theta d\theta \\ &= \frac{V_E}{\pi} [\sin \theta]_0^{\pi} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} v_u \sin \theta d\theta \\ &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_E \sin \theta d\theta \\ &= \frac{V_E}{\pi} [-\cos \theta]_0^{\pi} \\ &= \frac{2V_E}{\pi} \end{aligned}$$

相電圧の基本波成分

$$v_{u1} = \frac{2V_E}{\pi} \sin \omega t$$

線間電圧



$$v_{uv} = a_0 + \sum_{n=1} a_n \cos n\theta + \sum_{n=1} b_n \sin n\theta$$

$$a_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} v_{uv} \cos \theta d\theta$$

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} v_{uv} \sin \theta d\theta$$

$$= \frac{1}{\pi} \left\{ \int_0^{\frac{2\pi}{3}} V_E \cos \theta d\theta + \int_{\frac{5\pi}{3}}^{2\pi} (-V_E) \cos \theta d\theta \right\}$$

$$= \frac{1}{\pi} \left\{ \int_0^{\frac{2\pi}{3}} V_E \sin \theta d\theta + \int_{\frac{5\pi}{3}}^{2\pi} (-V_E) \sin \theta d\theta \right\}$$

$$= \frac{V_E}{\pi} \left\{ [\sin \theta]_0^{\frac{2\pi}{3}} + [-\sin \theta]_{\frac{5\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} \right\}$$

$$= \frac{V_E}{\pi} \left\{ [-\cos \theta]_0^{\frac{2\pi}{3}} + [\cos \theta]_{\frac{5\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} \right\}$$

$$= \frac{\sqrt{3}V_E}{\pi}$$

$$= \frac{3V_E}{\pi}$$

線間電圧の基本波成分

$$v_{uv1} = \frac{V_E}{\pi} (3 \sin \omega t + \sqrt{3} \cos \omega t)$$

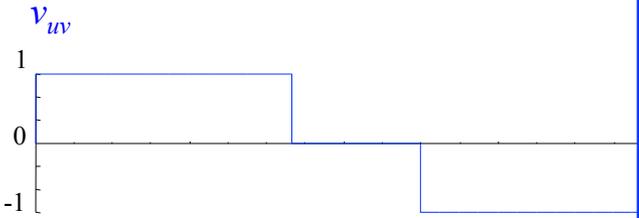
$$= \frac{2\sqrt{3}V_E}{\pi} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \sin \omega t + \frac{1}{2} \cos \omega t \right)$$

$$= \frac{2\sqrt{3}V_E}{\pi} \left(\cos \frac{\pi}{6} \sin \omega t + \sin \frac{\pi}{6} \cos \omega t \right)$$

=

三相交流の線間電圧は相電圧に対して振幅は $\sqrt{3}$ 倍、位相は $\frac{\pi}{6}$ 進んでいる。

課題11.1 u -相相電圧 v_u および u - v 相間の線間電圧 v_{uv} をフーリエ級数展開し、それぞれの基本波の振幅および位相を求めよ。



$$\begin{aligned}
 a_1 &= \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} v_{uv} \cos \theta d\theta \\
 &= \frac{1}{\pi} \left\{ \int_0^{\frac{2\pi}{3}} V_E \cos \theta d\theta + \int_{\pi}^{\frac{5\pi}{3}} (-V_E) \cos \theta d\theta \right\} \\
 &= \frac{V_E}{\pi} \left\{ \left[\sin \theta \right]_0^{\frac{2\pi}{3}} + \left[-\sin \theta \right]_{\pi}^{\frac{5\pi}{3}} \right\} \\
 &= \frac{\sqrt{3}V_E}{\pi}
 \end{aligned}$$

線間電圧の基本波成分

$$\begin{aligned}
 v_{uv1} &= \frac{V_E}{\pi} \left(3 \sin \omega t + \sqrt{3} \cos \omega t \right) \\
 &= \frac{2\sqrt{3}V_E}{\pi} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \sin \omega t + \frac{1}{2} \cos \omega t \right) \\
 &= \frac{2\sqrt{3}V_E}{\pi} \left(\cos \frac{\pi}{6} \sin \omega t + \sin \frac{\pi}{6} \cos \omega t \right) \\
 &= \frac{2\sqrt{3}V_E}{\pi} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{6} \right)
 \end{aligned}$$

三相交流の線間電圧は相電圧に対して振幅は $\sqrt{3}$ 倍、位相は $\pi/6$ 進んでいる。

Step11 製作課題 フルブリッジインバータによるD級アンプを設計，製作せよ。
設計した回路図も一緒に提出してTAのチェックを受けること。