

## 1.1 บทนำ

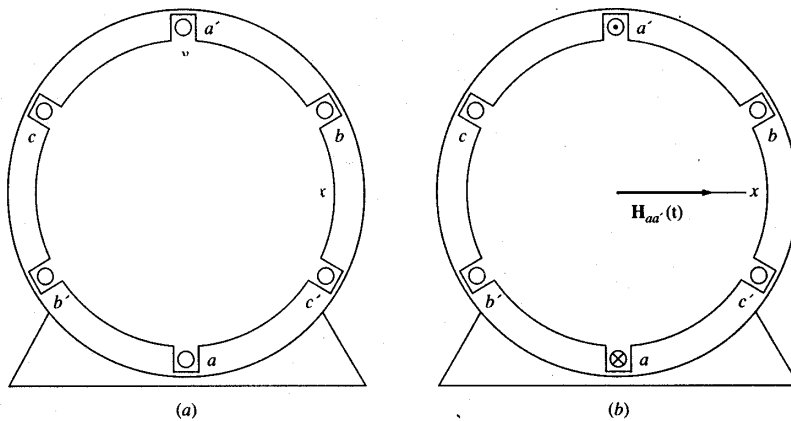
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นจะทำการเปลี่ยน.....
- มอเตอร์ก็จะเปลี่ยนพลังงาน.....
- เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับนั้นนิยมให้ขดลวดอาร์มาเจอร์อยู่กับที่ เพราะว่า.....

.....

- เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับแบ่ง.....ชนิด  
คือ.....

## 1.2 สนามแม่เหล็กหมุน

- เขียนแนวสนามแม่เหล็กในแต่ละขดขดลวด

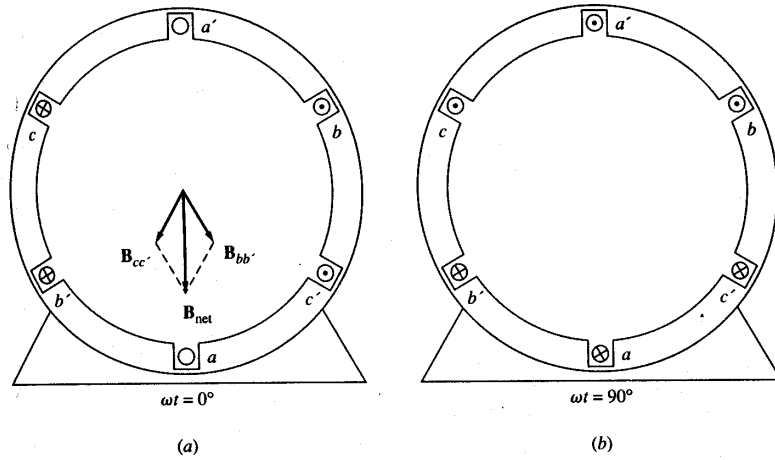


$$\mathbf{H}_{aa'}(t) = H_m \sin \omega t \angle 0^\circ; \mathbf{H}_{bb} = \dots; \mathbf{H}_{cc} = \dots$$

↑  
แสดงมุมของ.....

- ความหนาแน่นสนามแม่เหล็กรวมหาได้จาก  $\mathbf{B}_{net} = \mathbf{B}_{aa'} + \mathbf{B}_{bb'} + \mathbf{B}_{cc'}$  จะมีค่า.....  
หมุนอยู่ space ที่ความเร็วรอบสนามแม่เหล็กหมุน  $n_m = \dots$

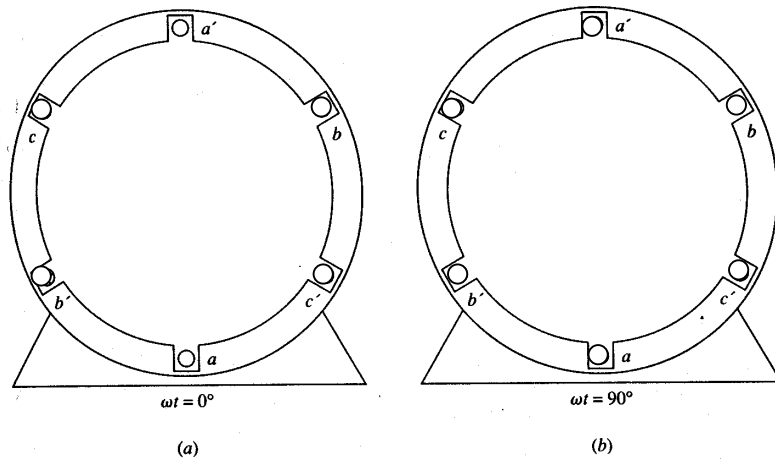
➤ ที่  $\omega t = 0^\circ$  และ  $\omega t = 90^\circ$  ให้เขียนเวกเตอร์ความหนาแน่นสนามแม่เหล็กรวมที่  $\omega t = 90^\circ$



แสดงสนามแม่เหล็กมีการแบบ.....เข็มนาฬิกา

### 1.2.1 การกลับทางหมุนของสนามแม่เหล็กหมุน

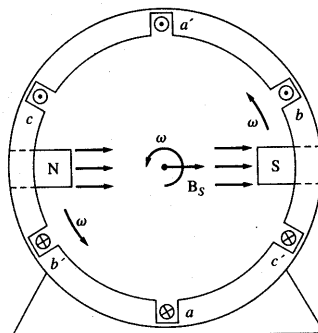
➤ ทำได้โดยการสลับสายไฟฟ้าเข้าขดลวดเพียง.....คู่ จะได้สนามแม่เหล็กหมุนตามรูป พร้อมเขียนรูปให้สมบูรณ์



### 1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ไฟฟ้ากับความเร็วยรอบสนามแม่เหล็กหมุน

➤ เครื่องกล 2 ขั้วแม่เหล็ก

$$f_m = f_e \quad \text{และ} \quad \omega_m = \omega_e$$



➤ เครื่องกล 4 ขั้วแม่เหล็ก

$$f_e = 2f_m \text{ และ } \omega_e = 2\omega_m$$

จากเครื่องกลแบบสองขั้วแม่เหล็กและสี่ขั้วแม่เหล็กทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้ากับทางกลในแบบสมการต่างๆไปเป็น

$$\theta_e = \frac{P}{2}\theta_m \ ; \ f_e = \frac{P}{2}f_m \text{ และ } \omega_e = \frac{P}{2}\omega_m$$

ถ้าหาก  $f_m = \frac{n_m}{60}$  ดังนั้นจะได้ความถี่ทางไฟฟ้ามีค่าเป็น

$$f_e = \frac{n_m P}{120}$$

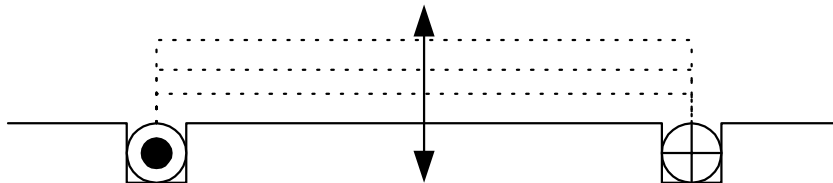
สมการนี้ถูกนำไปใช้มากทั้งในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ถ้าเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะบอกได้ว่าเครื่องต้นกำลังที่จุดด้วยความเร็วรอบเป็น  $n_m$  ผลิตกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น .....เป็นต้น

### 1.3 การกระจายของฟลักซ์ในเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ

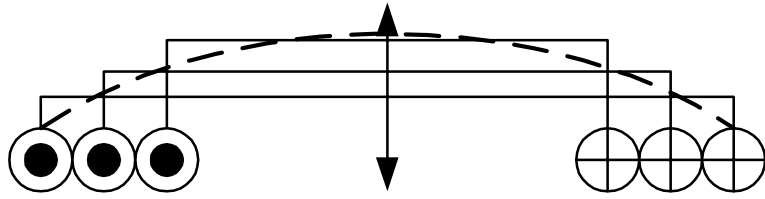
➤ การกระจายของฟลักซ์จะพยายามให้เป็นรูปคลื่นไซน์ทุกๆเวลา เพราะว่า.....

.....

➤ ถ้ามีขดลวดขดเดียวไม่กระจายจะไม่เป็นไซน์



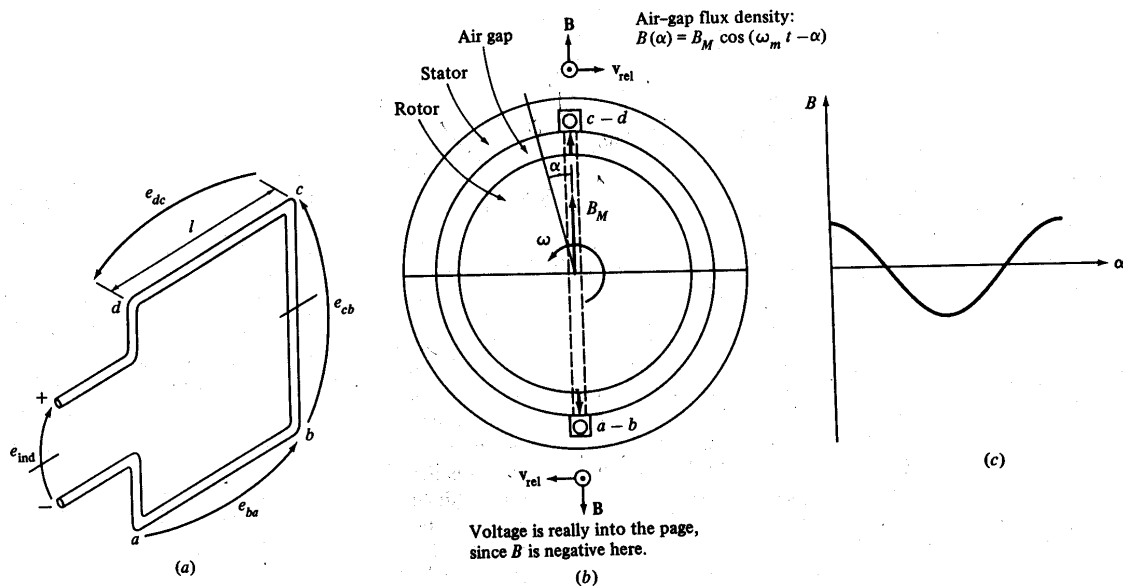
- ถ้าขดลวดมีการกระจายผลรวมเป็นไซน์



ความหนาแน่นสนามแม่เหล็กเป็นไซน์ทุกๆช่วงเวลา เพียงแต่ละช่วงเวลา

### 1.4 แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำในเครื่องกลกระแสสลับ

- แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำเกิดทั้งมอเตอร์และเครื่องกำเนิด สมการที่ใช้คือ  $e_{ind} = (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot \mathbf{l}$   
สมการนี้ต้องพิจารณาให้ตัวนำเป็นตัวเคลื่อนที่ตามรูป



- ที่ขดลวดด้าน cd ได้แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำเป็น  $e_{cd} = vB_m l \cos \omega_m t$
- ที่ขดลวด cb และ ad ไม่มีแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำ เพราะ.....
- ที่ขดลวดด้าน ba ได้แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำเป็น  $e_{ba} = vB_m l \cos \omega_m t$
- ดังนั้นจะได้แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำทั้งหมดเป็น  $e_{ind} = e_{cd} + e_{ba} = 2vB_m l \cos \omega_m t$
- ถ้า 2 ขั้วแม่เหล็ก  $\omega_e = \omega_m$

เมื่อ  $v = r\omega_e$  (คิดในความเร็วทางไฟฟ้า) และ  $\phi = 2rlB_m$  จะได้

$$e_{ind} = \dots\dots\dots$$

เมื่อขดลวดมีจำนวน Nc รอบจะได้

$$e_{ind} = \dots\dots\dots$$

➤ ปกติแล้วเมื่อกล่าวถึงความหนาแน่นสนามแม่เหล็กจะเป็นในรูปขององศาทางไฟฟ้า นั่นคือ

$$B(\alpha) = B_m \cos(\omega_e t - \alpha) \quad \text{ดังนั้น} \quad \boxed{e_{ind} = \phi \omega_e N_c \cos \omega_e t}$$

➤ ค่าประสิทธิภาพ หรือค่า rms จะได้

$$E_A = \frac{E_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f_e \phi N_c}{\sqrt{2}} = 4.44 \dots \dots \dots$$

➤ ถ้าเขียนว่า  $E_A = K\phi\omega_m$  เมื่อ  $K = \dots \dots \dots$

➤ ถ้าเขียนว่า  $E_A = K\phi\omega_e$  เมื่อ  $K = \dots \dots \dots$

➤ ถ้าเป็นระบบสามเฟสจะได้แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำแต่ละเฟสเป็น

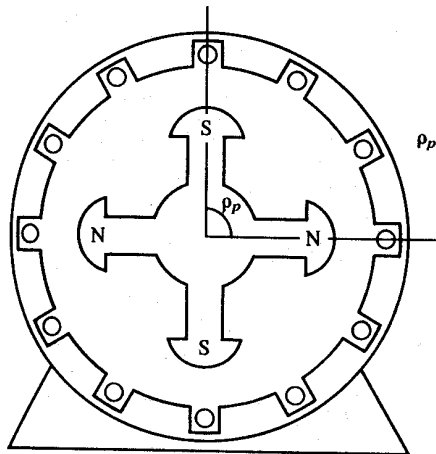
.....

### 1.5 ผลของที่ตั้งขดลวด (coil pitch)

➡ ขดลวดวางไม่ตรงกึ่งกลางขั้วแม่เหล็ก ส่งผลให้แรงดันเหนี่ยวนำมีค่าลดลง เพราะ  
ว่า.....

#### 1.5.1 ที่ตั้งของขดลวด

➡ ให้  $\rho_p$  เป็นมุมของขั้วแม่เหล็กทางกล ส่วน  $\rho$  เป็นมุมทางไฟฟ้า จากรูป

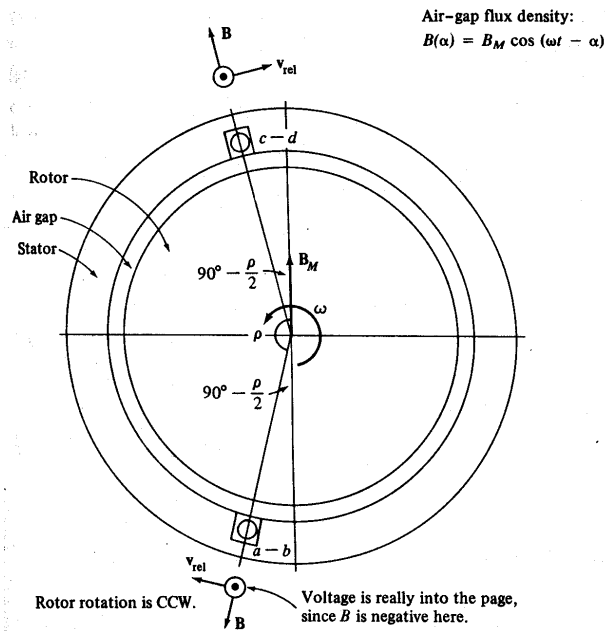


จากรูปขดลวดคลุมกึ่งกลางขั้ว N และ S พอตีนั้นคือ  $\rho_p = \dots \dots \dots$  และ  $\rho = \dots \dots \dots$

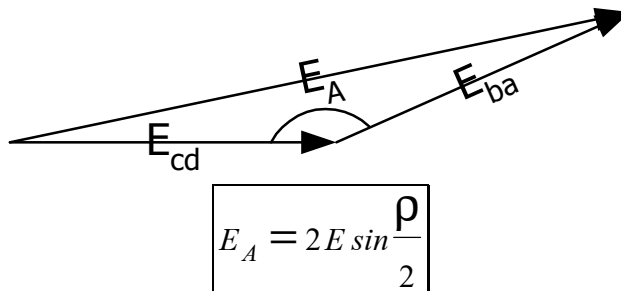
➡ ถ้าให้  $\theta_m$  เป็นมุมทางกลที่ขดลวดคลุมอยู่ดังนั้นจะได้มุม pole pitch ทางไฟฟ้าเป็น

$$\boxed{\rho = \frac{\theta_m P}{2}}$$

### 1.5.2 แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำจากขดลวดไม่เต็มขั้ว



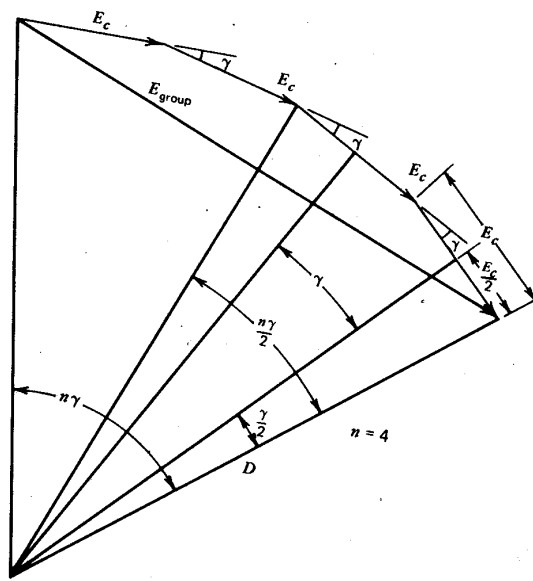
- ➡ มองให้ง่ายขึ้นคือขดลวดแต่ละด้านจะเกิดแรงเคลื่อนสูงสุดได้ไม่พร้อมกันนั่นเอง อาทิเช่น ถ้าหากตัวนำด้าน cd เกิดแรงเคลื่อนสูงสุด แต่ด้าน ba ต้องรออีกเป็นมุม  $180 - \rho$  จึงจะเกิดแรงดันได้สูงสุด เขียนเป็นเฟสเซอร์แรงดันให้ง่ายได้ดังรูป



- ➡ โปรดสังเกตสมการแรงดันนี้มีส่วนที่เพิ่มเติมจากของเดิม เรียกว่า  $K_p = \dots\dots\dots$  (pitch factor)

### 1.6 การกระจายขดลวด

- ➡ ขดลวดต้องกระจายเพราะผลรวมของสนามแม่เหล็กจะได้เป็นรูปคลื่น.....
- ➡ กระจายขดลวดไป 3 ร่องตัวนำ จึงเหมือนกับมีขดลวด 3 ขด ดังนั้นแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำแต่ละขดที่กระจายเกิดแรงเคลื่อนขึ้นไม่พร้อมกัน หรือเกิดค่าสูงสุดไม่พร้อมกัน แต่ปริมาณค่าสูงสุดยังเท่ากันอยู่ อาจเขียนเป็นเฟสเซอร์แรงดันแต่ละขดได้ดังรูป และส่วนของมุม  $\gamma$  เป็นมุมระหว่างร่องตัวนำที่กระจายไป



$$\frac{|E_c|}{2} = D \sin \frac{\gamma}{2} \quad ; \quad D = \frac{|E_c|}{2 \sin \frac{\gamma}{2}}$$

$$\frac{|E_{group}|}{2} = D \sin \frac{n\gamma}{2}$$

$$|E_{group}| = |E_c| \frac{\sin \frac{n\gamma}{2}}{\sin \frac{\gamma}{2}} = n |E_c| k_d$$

เมื่อ  $k_d = \frac{\sin \frac{n\gamma}{2}}{n \sin \frac{\gamma}{2}}$  เรียกตัวนี้ว่า distribution factor

ดังนั้นสมการแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำจะประกอบไปด้วย

$$E_A = \dots \dots \dots k_d k_p$$