

การแปลงผัน AC เป็น DC

(AC-DC CONVERTERS)

โดย: แสง วุฒิวรกุล

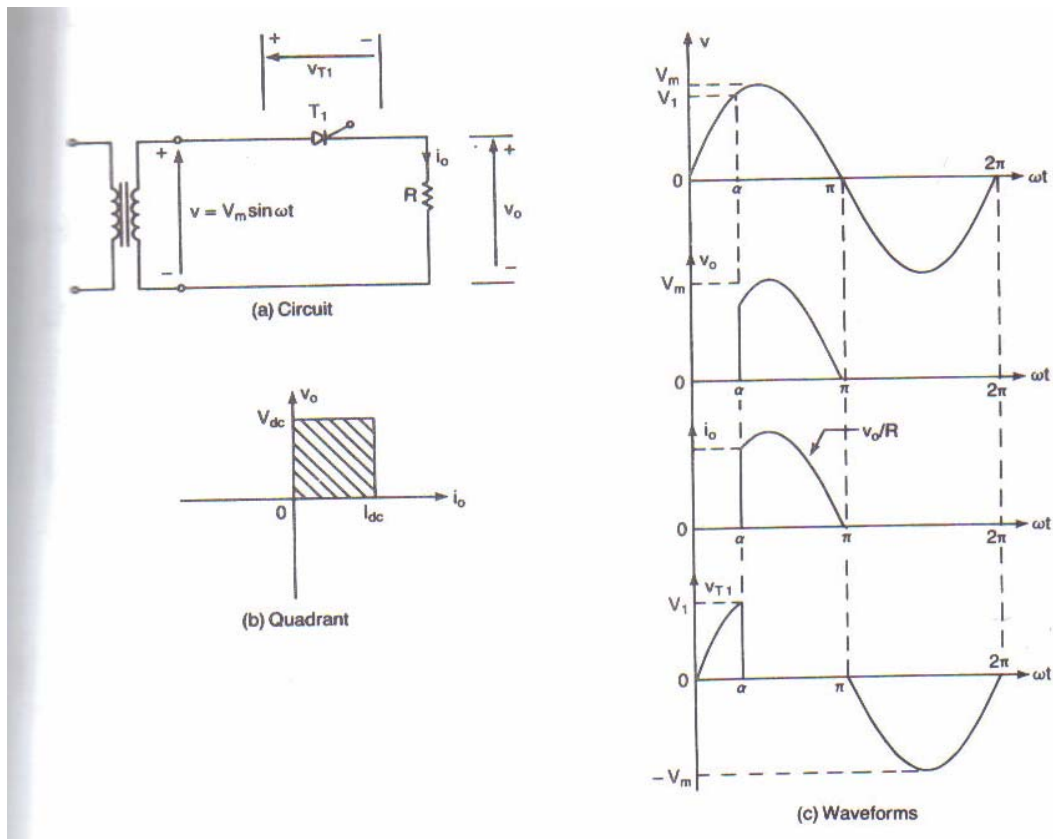
การแปลงผัน ac เป็น dc

คือ การควบคุมแรงดันเอาต์พุตด้วยการควบคุมมุมทริกเกอร์หรือมุมจุดชนวน (α) ของ scr แบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามแหล่งจ่ายอินพุตคือ เฟสเดียวและ 3 เฟส ทั้งสองแบ่งย่อยออกเป็น 4 แบบ

- 1) การแปลงผันแบบครึ่งคลื่น
- 2) การแปลงผันแบบกึ่ง
- 3) การแปลงผันแบบเต็มคลื่น
- 4) การแปลงผันแบบคู่

การแปลงผันแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียว

การแปลงผัน ac เป็น dc แบบครึ่งคลื่น เป็นการควบคุมช่วงคลื่นด้านบวกของรูปคลื่นแรงดันอินพุตให้เป็นแรงดันเอาต์พุต



จากรูป ระหว่างครึ่งโวลต์กึ่งคลื่นด้านบวกของแรงดันอินพุต scr ได้รับ ไปอัสตรงและนำกระแสที่ $\omega t = \pi$
 การแปลงผันประเภทนี้ไม่เหมาะในงานอุตสาหกรรม เพราะรูปคลื่นเอาต์พุตที่ได้มีรีปเปิลอยู่มาก
 ถ้า V_m เป็นแรงดันอินพุตพีค หรือค่าพีคของแรงดันอินพุตหาค่าเฉลี่ยของแรงดันเอาต์พุตได้ดังนี้

$$V_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_{\alpha}^{\pi}$$

$$= \frac{V_m}{2\pi} (1 + \cos \alpha)$$

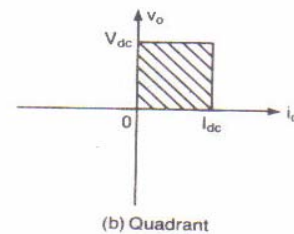
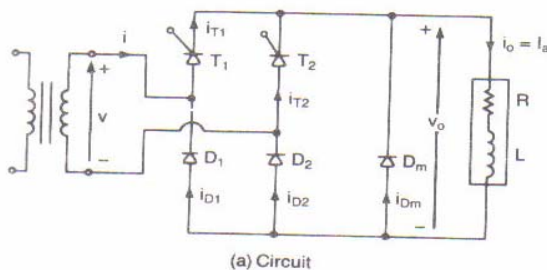
หาค่า rms ของแรงดันเอาต์พุตได้จาก

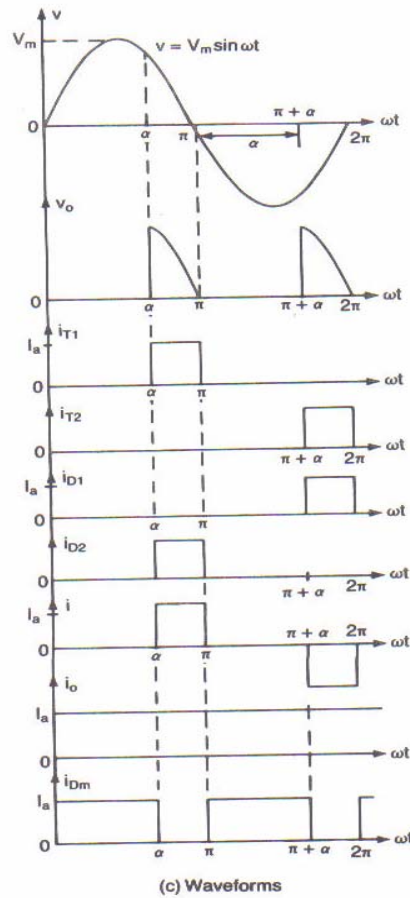
$$V_{rms} = \left[\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V^2 m \sin^2 \omega t d(\omega t) \right]^{1/2} = \left[\frac{V^2 m}{4\pi} \int_{\alpha}^{\pi} (1 - \cos 2\omega t) \right]^{1/2}$$

$$= \frac{V_m}{2} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \right]^{1/2}$$

การแปลงผันแบบกึ่งโวลต์เดี่ยว (Single Phase Semiconverters)

การแปลงผันแบบกึ่ง เป็นการควบคุมในช่วงครึ่งคลื่นด้านบวกผสมกับครึ่งคลื่นด้านลบของแรงดันอินพุตให้เป็นแรงดันเอาต์พุต





จากรูประหว่างครึ่งไซเคิลด้านบวกของรูปคลื่นแรงดันอินพุต T1 ได้รับไบอัสตรงและนำกระแสที่ $\omega t = \alpha$ โหลดจึงได้รับ
ได้รับอินพุตโดยผ่าน T1 และ D2 ระหว่างช่วงเวลา $\alpha \leq \omega t \leq \pi$

การแปลงผันประเภทนี้มี Power Factor ต่ำกว่าอันแรกเนื่องจาก Dm จะทำให้กระแสที่โหลดไหลอย่างต่อเนื่อง และใช้ได้
กับงานที่มีกำลังไฟฟ้าสูงประมาณ 15 KW

$$\begin{aligned} \text{หาค่าแรงดันเอาต์พุตเฉลี่ยได้จาก} \quad V_{dc} &= \frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_{\alpha}^{\pi} \\ &= \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha) \end{aligned}$$

นอกจากนี้

$$\begin{aligned} V_{rms} &= \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V^2 m \sin^2 \omega t d(\omega t) \right]^{1/2} = \left[\frac{V^2 m}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} (1 - \cos 2\omega t) d(\omega t) \right]^{1/2} \\ &= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \right]^{1/2} \end{aligned}$$

กระแสของรูปของคลื่นองค์ประกอบพื้นฐาน (I1) มีค่าเป็น

$$I_1 = \frac{2\sqrt{2}I}{\pi} \cos \frac{\alpha}{2}$$

เมื่อ Ia เป็นกระแสที่โหลด เราจะได้กระแสอินพุต rms มีค่าเป็น

$$I_s = \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I^2 d(\omega t) \right]^{1/2} = I \left(1 - \frac{\alpha\pi}{\pi} \right)^{1/2}$$

$$HF = \left[\frac{\pi(\pi - \alpha)}{4(1 + \cos \alpha)} - 1 \right]^{1/2}$$

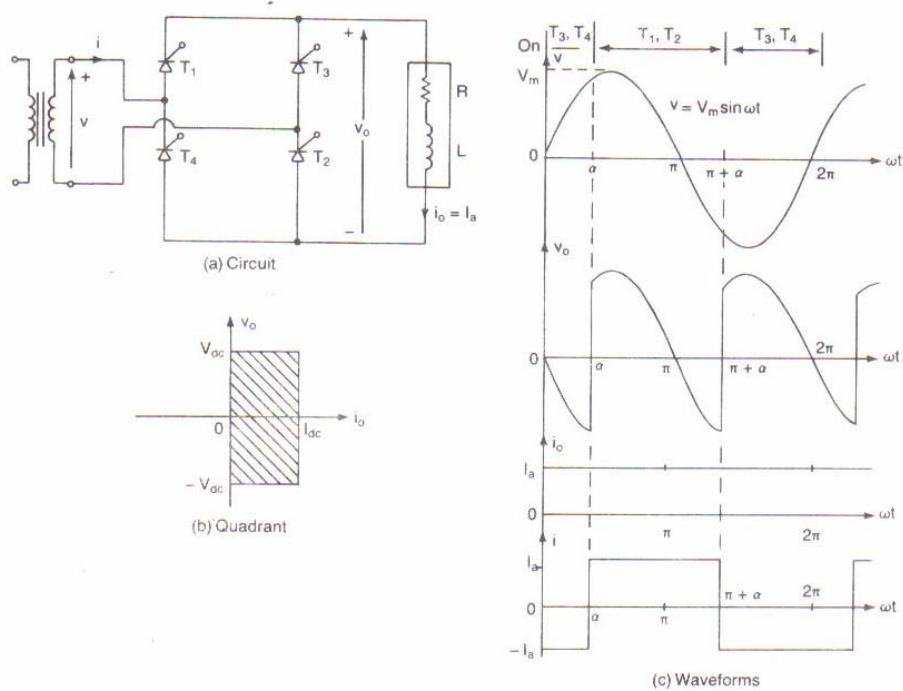
$$DF = \cos \phi_1 = \cos \left(-\frac{\alpha}{2} \right)$$

$$PF = \frac{I_1}{I_s} \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{2}(1 + \cos \alpha)}{[\pi(\pi - \alpha)]^{1/2}}$$

การแปลงผันแบบเต็มคลื่นเฟสเดียว(Single Phase Full Converters)

เป็นการควบคุมทั้งช่วงด้านบวกและช่วงด้านลบของแรงดันอินพุตให้เป็นแรงดันเอาต์พุต

รูปแสดงวงจรแปลงผันแบบเต็มคลื่น ซึ่งใช้กับงานที่มีกำลังไฟฟ้าสูงถึง 15 kW



รูปที่ 4.3

หาค่าเฉลี่ยแรงดันเอาต์พุตได้จาก

$$V_{dc} = \frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_{\alpha}^{\pi+\alpha}$$

$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} \cos \alpha$$

$$V_{rms} = \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V^2 m \sin^2 \omega t d(\omega t) \right]^{1/2} = \left[\frac{V^2 m}{2\pi \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} (1 - \cos 2\omega t) d(\omega t)} \right]^{1/2}$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = V_s$$

จากรูป 4.3

$$I_I = \frac{2\sqrt{2}I_a}{\pi}$$

I_s หาได้โดยตรงจาก

$$I_s = \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} I_a^2 d(\omega t) \right]^{1/2} = I_a$$

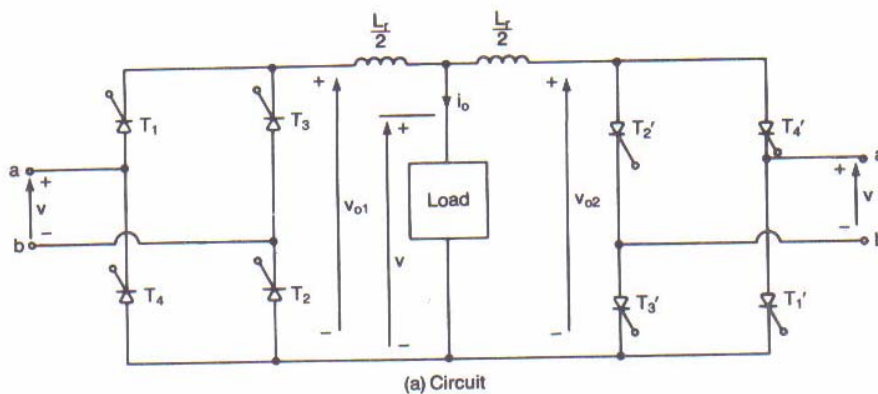
$$HF = \left[\left(\frac{I_s}{I_1} \right)^2 - 1 \right]^{1/2}$$

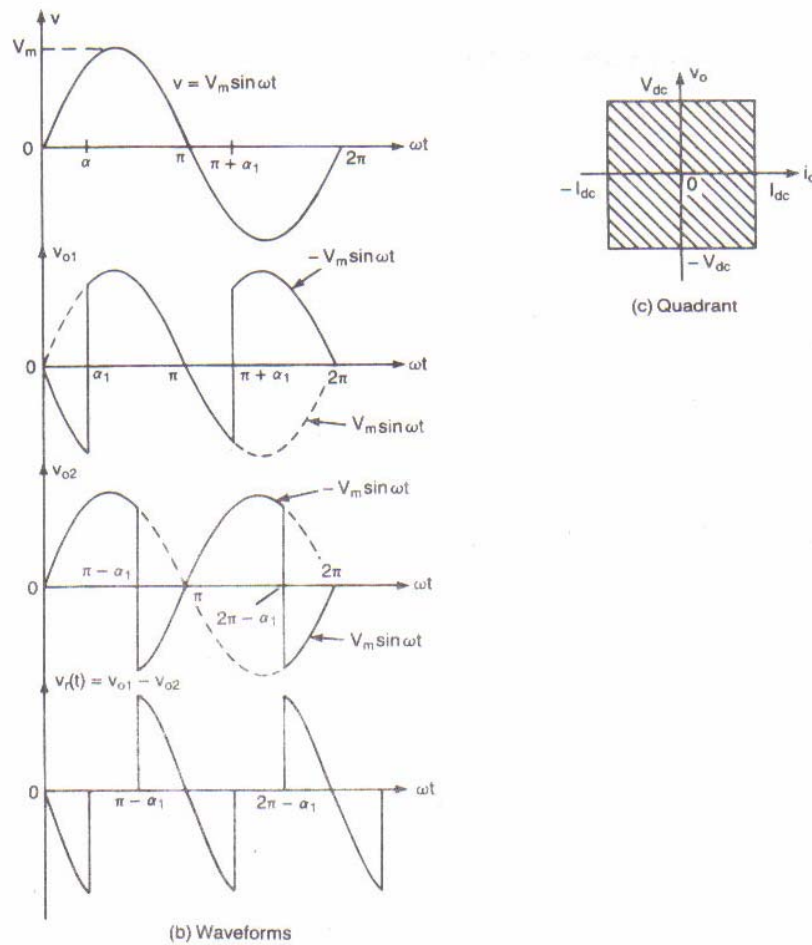
$$DF = \cos \phi_1 = \cos -\alpha$$

$$PF = \frac{I_1}{I_s} \cos -\alpha = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cos \alpha$$

การแปลงผันแบบคู่เฟสเดียว(Single Phase Dual Converters)

ถ้าเราต่อวงจรแปลงผันแบบเต็มคลื่น 2 วงจร ในลักษณะหันส่วนหลังของวงจรเข้าด้วยกัน ดังรูป 4.4a ก็จะได้การแปลงผันที่ทำงานได้ทั้ง 4 ควอดแรนต์ ซึ่งเราเรียกว่า การแปลงผันแบบคู่เฟสเดียว การแปลงผันแบบนี้เหมาะกับงานจับความเร็วที่เปลี่ยนแปลงได้และมีกำลังไฟฟ้าสูงกว่า 15 kW





รูปที่ 4.4

รูป 4.4 b แสดงรูปคลื่นเอาต์พุตของวงจรแปลงผันทั้งสอง สังเกตว่าแรงดันเอาต์พุตทั้งสองมีค่าเท่ากัน ส่วนรูป 4.4 c แสดงครอแตรนที่การทำงาน

$$V_{dc1} = \frac{2V_m}{\pi} \cos \alpha_1$$

$$V_{dc2} = \frac{2V_m}{\pi} \cos \alpha_2$$

เราทราบว่าวงจรแปลงผันวงจรหนึ่งทำงานเป็นการเรียงกระแส ส่วนอีกวงจรหนึ่งเป็นอินเวอร์เตอร์จึงทำให้ $V_{d1} = -V_{d2}$ หรือ $\cos \alpha_2 = -\cos(\pi - \alpha_1)$ ดังนั้น

$$\alpha_2 = \pi - \alpha_1$$

เนื่องจากค่าช่วงขณะของแรงดันเอาต์พุตของวงจรแปลงผันทั้งสอง (V_{o1} และ V_{o2}) ต่างเฟสกัน 180° องศา (out of phase) และมักมีค่าไม่เท่ากันจึงทำให้เกิดกระแสไหลวนระหว่างวงจร ดังสมการต่อไปนี้

$$i_r = \frac{1}{\omega L_r} \int_{2\pi-\alpha_1}^{\omega t} v_r d(\omega t) = \frac{1}{\omega L_r} \int_{2\pi-\alpha_1}^{\omega t} (v_{01} - v_{02}) d(\omega t)$$

$$i_r = \frac{Vm}{\omega L_r} \left[\int_{2\pi-\alpha_1}^{\omega t} -\sin \omega t d(\omega t) - \int_{2\pi-\alpha_1}^{\omega t} \sin \omega t d(\omega t) \right]$$

$$i_r = \frac{2Vm}{\omega L_r} (\cos \omega t - \cos \alpha_1)$$

ค่าพีคของกระแสหมุนวน($I_r(\max)$) เกิดขึ้นเมื่อ $\cos \omega t = 1$ จึงมีค่าเป็น

$$I_r(\max) = \frac{2Vm}{\omega L_r} (1 - \cos \alpha_1)$$

∴ ถ้า v_{01} และ v_{02} ซึ่งเป็นเอาต์พุตชั่วขณะของวงจรแปลงผัน 1 และ 2 ตามลำดับ มีค่าเท่ากัน จะเป็นผลให้ $I_r = 0$

กระแสหมุนวนมีผลต่อวงจรแปลงผันแบบคู่ ดังนี้คือ

1. กระแสหมุนวนจะทำให้การนำกระแสของวงจรแปลงผันทั้งสองมีลักษณะต่อเนื่อง โดยไม่ขึ้นกับโหลด
2. เนื่องจากวงจรแปลงผันวงจรหนึ่งทำงานเป็นวงจรเรียงกระแสส่วนอีกวงจรหนึ่งทำหน้าที่เป็นอินเวอร์เตอร์จึงทำให้เกิดการไหลของกำลังไฟฟ้าในทิศทางใดทิศทางหนึ่งทีละเวลาใดเวลาหนึ่ง
3. เนื่องจากวงจรแปลงผันทั้งสองมีการนำกระแสอย่างต่อเนื่อง การตอบสนองขณะเปลี่ยนแปลงจากการทำงานในควอดแดรนต์หนึ่งมาเป็นอีกควอดแดรนต์หนึ่งย่อมเร็วขึ้น

เอกสารอ้างอิง

มงคล ทองสงคราม, "อิเล็กทรอนิกส์กำลัง", 2543.

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

