เลขที่นั่งสอบ .....

key มค. 66

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2560

วิชา EEE 102 Electrotechnology (power) **นักศึกษาภาควิชา วศ.เครื่องกล ปี 3**
วศ.วัสดุ ปี 3/วศ.เครื่องมือ3/วศ. แมคคาทอนิค2

วันพฤหัสบดีที่ 28 กันยายน 2560 **เวลา 09.00-12.00 น.**

คำสั่ง

1. ข้อสอบมี 2 หมวด หมวด กภาคปฏิบัติ 3.75 % **ให้ทำในข้อสอบมี 5 เรื่องอยู่หน้า 2-6**
   หมวด ข ภาคทฤษฎี 35 % **ให้ทำในสมุดคำตอบมี 5 ข้ออยู่หน้า 7-9**
   ให้สูตร และข้อมูล ในหน้า 10-15
2. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณตามระเบียบ มจธ. เข้าห้องสอบได้
3. อนุญาตให้นำไม้บรรทัดเข้าได้ทุกรูปแบบ
4. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารเข้าห้องสอบ
5. ไม่อนุญาตให้นำข้อสอบออกจากห้องสอบ
6. ข้อสอบไม่มีการแก้ไข ค่าที่ไม่ทราบกำหนดตามระบบไฟฟ้าประเทศไทย

คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
โทร. 9052

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....ภาควิชา.....

<u>หมวด ก</u> ภาคปฏิบัติ (คะแนน3.75%) ทำลงในข้อสอบ

<u>DC. Measurement</u>

1.1 **ให้ นศ. วาดรูปวงจร** และหา**เครื่องมือวัด** มาวัดกระแสผ่าน R1 และ**แรงดันตกคร่อม** R1 **พร้อมกำหนดย่านวัดของเครื่องมือวัด** เมื่อวงจรมีแหล่งจ่ายขนาด 10 โวลท์ และความต้านทานขนาด 100 kΩ (R1, R2) จำนวน 2 ตัวต่ออนุกรมกัน

ให้กำหนดย่านวัดกระแส และย่านวัดแรงดัน เมื่อย่านวัดแรงดันมีค่า sensivity เท่ากับ 20 kΩ/V

1.2 **ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือแรงดันมีอะไรบ้างและเพราะอะไร**

.....

.....

.....

.....

.....

AC. Measurement

2.1 ให้นักศึกษาอธิบายนิยามของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้า ให้วาดรูปวงจรการต่อเครื่องมือวัด ทั้ง 2 แบบลงในรูปวงจรเดียวกัน

ค่าศักย์ไฟฟ้า

.....

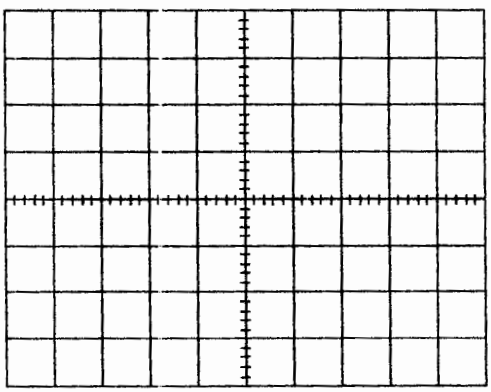
ความต่างศักย์ไฟฟ้า

.....

2.2 ให้วาดรูปวงจรและสัญญาณภาพ RL series ที่ขนาดแรงจ่าย $v(t) = 12 \sin \omega t$ ต่อกับวงจร RL series ขนาด $R = X_L = 1K\,\Omega$

วาดรูปวงร

.....VOLT/DIV.



.....TIME/DIV

1-ϕ Measurement

3. ให้นักศึกษาวาดรูปการต่อเครื่องมือวัดค่า Apparent power, Real power and Reactive power และค่าพลังงานเมื่อรับแรงดัน 1 เฟสประเทศไทยต่อกับโหลด 50 วัตต์ 220โวลท์ เพาเวอร์แฟคเตอร์เท่ากับ 0.5 จำนวน 4 หลอด เปิดหลอด 1 ชม.

3.1วาดรูปวงจร

3.2 อุปกรณ์

....

....

....

.....

3.3 เมื่อต่อวงจรเสร็จ น่าจะวัดค่าต่างๆ ได้ประมาณนี้

ข้อมูล	ค่าที่วัดได้
แรงดัน	
กระแส	
กำลังงาน	
ค่าพลังงานเมื่อวัดที่ 5 รอบ (K = 1000รอบ ต่อ kWh)	
Apprent power	..... หน่วย.....
Reactive power	..... หน่วย.....
Cos θ	..... หน่วย.....

3-ϕ Measurement

4 . ให้นักศึกษาวาดรูปวงจรและเครื่องมือวัด เพื่อวัดค่า Total real power โดยใช้ power meter วัดแบบ single phase wattmeter เมื่อกำหนดแหล่งจ่าย 3 เฟส 380 โวลท์ 50 เฮิร์ท จ่ายให้โหลดขนาด 100 วัตต์ 220 โวลท์ จำนวน 4 หลอดต่อเฟสต่อวายแบบสมดุลย์

วาดรูปวงจร

อุปกรณ์

.....

.....

.....

.....

เมื่อต่อวงจรเสร็จ น่าจะวัดค่าต่างๆ ได้ประมาณค่าต่อเฟส

Phase R			Phase S			Phase T		
V	I	W	V	I	W	V	I	W

ชื่อ-สกุล..... รหัส..... เลขที่นั่งสอบ.....

Expansion scale and insulation Testor

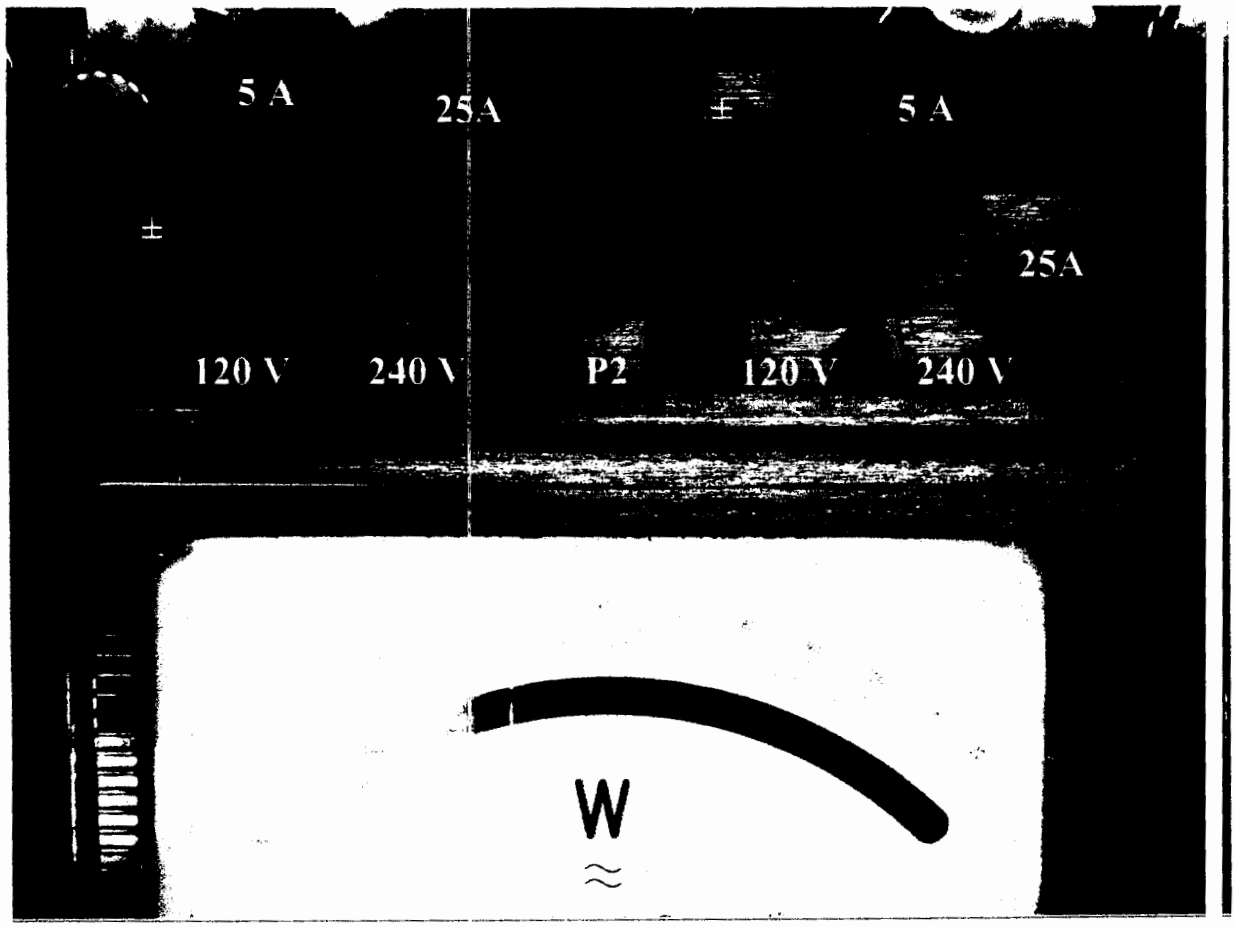
5.1 ขยายสเกลไปเพื่อะไร ยกตัวอย่างให้ชัดเจน.....

.....

.....

5.2 ให้นักศึกษาวาดรูปวงจรและ ใส่เครื่องมือวัด Real powerของวงจรเมื่อแหล่งจ่ายมีขนาด 220 โวลท์ ต่อขนานกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ขนาด 100วัตต์ 220 โวลท์จำนวน 8 หลอด

กำหนด P.C. 0 – 120 V และ C.C. 0-5 A



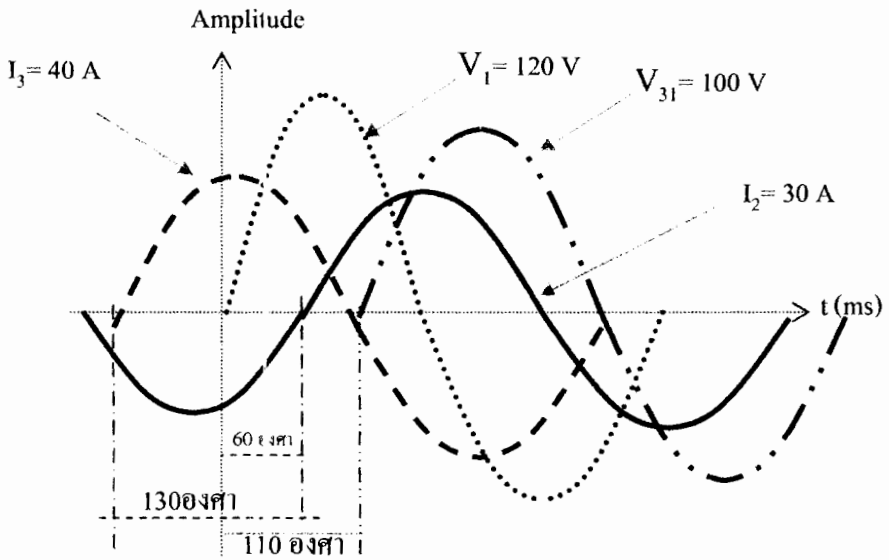
เข็มจะชี้ค่า.....

หมวด ข ภาคทฤษฎีรวม 35 คะแนน

พื้นฐานไฟฟ้าทั่วไป

1. ให้อธิบายความหมายของ โอห์ม (พร้อมยกตัวอย่างในชีวิตประจำวัน)
   1.1 "V" ในระบบไฟฟ้ากำลัง คืออะไร มาจากไหน ให้อธิบายพร้อมยกตัวอย่างตามที่สอนในชั่วโมงที่ 1 (1 คะแนน)
   1.2 "R หรือ Z ในระบบไฟฟ้ากำลังคืออะไร มีกี่แบบ (ให้อธิบายพร้อมยกตัวอย่างตามที่สอนทุกชม.) (2 คะแนน)
   1.3 วิธีการหา I ทำได้กี่วิธีอะไรบ้างพร้อมยกตัวอย่าง (1 คะแนน)

2. ในวงจรหนึ่งสามารถวัดสัญญานได้ดังนี้



1.1 จงวาดรูปวงจร (2 คะแนน)

a. เมื่อ $V_1 = V_2$ เป็นแรงดันตกคร่อม Z_1 และ Z_2 ตามลำดับ , V_{31} เป็นแรงดันตกคร่อม Z_{31}, แรงดัน $V_3 = V_4$ และ $V_3 = V_{31} + V_{32}$ และ $V_i = V_1 + V_3$

b. I_1 เป็นกระแสไหลใน Z_1 , I_2 เป็นกระแสไหลใน Z_2, I_3 เป็นกระแสไหลใน Z_{31} และ Z_{32}, I_4 เป็นกระแสไหลใน Z_4 ตามลำดับ, $Z_1 = 20 + j5\ \Omega$ และ $Z_4 = 30 + j20\ \Omega$

1.2 หาขนาดของกระแสที่ไหลทุกโหลด และกระแสรวม พร้อมทั้งหาแรงดันรวมของวงจร (2 คะแนน)

1.3 เปลี่ยนค่า impedance ทุกตัวเป็นรูปสามาล (2 คะแนน)

1.4 คำนวณหา Total active power , Total reactive power , Total apparent power (2 คะแนน)

1.5 คำนวนค่าไฟของบ้านหลังนี้เมื่อใช้ไฟวันละ 5 ชม. (โดยคิดการใช้ไฟในเดือนกันยายน) (1 คะแนน)

ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

3. ผปค. วศ.เครื่องกลรุ่น 56 อยากให้ลูกๆ อยู่รวมกัน จึงคิดสร้างบ้านโดยใช้เนื้อหาวิชาที่ลูกได้เรียน และให้ลูกช่วยกันออกแบบ เขียนแบบ เพื่อใช้ในการก่อสร้าง ในระบบไฟฟ้ามีดังนี้

3.1 แหล่งจ่าย มาจากการไฟฟ้า และ Solar system รุ่น SGM-250W อยู่ 10 แผง

3.2 โหลดประกอบด้วย 5 ระบบใหญ่ดังนี้

Z_1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ขนาด 8 + j6 Ω, 230 V	จำนวน	1	ชุด
Z_2 ระบบปลั๊กไฟฟ้า ขนาด 1,500 + j1,500 VA, 230 V	จำนวน	1	ชุด
Z_3 ปั๊มขนาด 1 Hp, 230 V, 0.6 p.f.lagging	จำนวน	1	เครื่อง
Z_4 เครื่องทำน้ำอุ่นขนาด 2500 วัตต์ 220V	จำนวน	1	ตัว
Z_5 เครื่องปรับอากาศ ขนาด 12,000 BTU, 220V, 0.6 p.f.lagging	จำนวน	5	เครื่อง

จากแหล่งจ่ายและโหลดดังกล่าว นักศึกษาลองช่วย ผปค. ออกแบบให้ใช้อุปกรณ์ที่มีให้เกิดประโยชน์สูงสุด

จงคำนวณหาค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

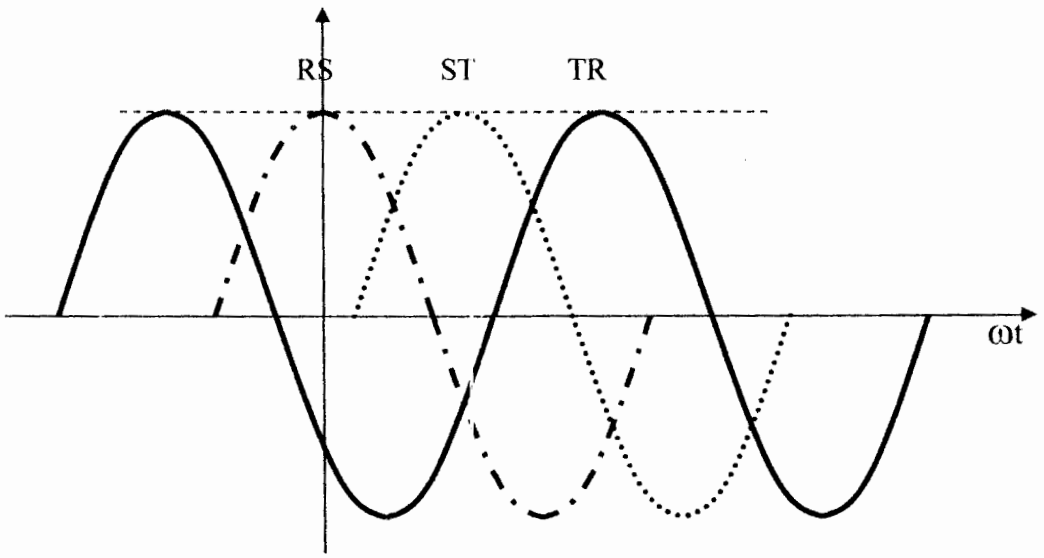
1. เขียน single line diagram ของบ้านหลังนี้ (2 คะแนน)
2. จงคำนวณหากระแสไหลเข้า Z ในแต่ละตัว และวงจรทั้งหมด (2 คะแนน)
3. จงคำนวณหา total resistance, total reactance และ total impedance ของบ้าน (1คะแนน)
4. ตัวประกอบกำลังของบ้าน (1คะแนน)

4. บ้านน้องแฝด TME เป็นโรงงาน SME รับแรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงมาในระบบ 1 เฟส ขนาด 220 โวลท์ แต่มิเตอร์ไฟฟ้าไม่สามารถรับแรงดันและกระแสดังกล่าวได้ จึงต้องใช้หม้อแปลงแปลงแรงดันขนาด 220/100โวลท์ และหม้อแปลงแปลงกระแสขนาด ขนาด 5/1 แอมป์ จึงสามารถอ่านค่าพลังงานเฉลี่ยต่อเดือนได้ 700 หน่วย และกระแสได้ 70 แอมป์ (คิด เฉลี่ย 5 ชม.ต่อวัน และ 30 วันต่อเดือน) ให้นักศึกษาหาดังนี้

1. วาดรูปวงจรการต่อมิเตอร์ (1 คะแนน)
2. Total power triangle (2 คะแนน)
3. ต้องการลดกระแสที่การไฟฟ้าส่งมาให้เหลือ 200 แอมป์ จะมีวิธีทำอย่างไร (วาดรูปวงจร) และ ส่งผลอะไรบ้างอุปกรณ์ที่นำมาใช้เรียกอะไร มีค่าเท่าไร (4 คะแนน)
4. ค่าตัวประกอบกำลังใหม่เป็นเท่าไร (1 คะแนน)

ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

5. ในโรงงานหนึ่งซื้อไฟฟ้าแรงสูง 24 kV ผ่านหม้อแปลงลงมาเป็น 416 V จ่ายโหลด 2 แบบดังนี้



Z_1 เป็นโหลด 1 เฟส ขนาด 200 วัตต์ 416 โวลท์ 0.5 p.f. lagging จำนวน 45 ชุด

Z_2 เป็นโหลด 3 เฟส ขนาด 6 ตันความเย็น 416 โวลท์ 0.707 p.f. lagging จำนวน 2 ชุด

ให้นักศึกษาหาดังนี้

1. วาดรูปวงจรและแสดงเครื่องมือวัดลงในรูป (1 คะแนน)
2. หากระแสเฟส(Phase current) ของโหลด Z_1, Z_2 และ Z_T และ หากระแสส่งเข้า (Line current) ของโหลด Z_1, Z_2 และ Z_T (2 คะแนน)
3. ถ้าต้องการวัดกำลังงานไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือวัดชนิด Two-watt method โดยให้ common จุด R หาค่าวัตต์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 (2 คะแนน)
4. ค่าตัวประกอบกำลังของระบบ (1 คะแนน)
5. ใช้ single phase power meter วัดแต่ละเฟส บันทึกค่าลงในตาราง (2คะแนน)

โหลด	Phase R			Phase S			Phase T		
	V	I	W	V	I	W	V	I	W
Z_1									
Z_2									
Z_T									

สูตร

1. KVL : The sum of the rises of potential around any closed circuit equals the sum of the drops of potential in that circuit.

2. KCL: The sum of the currents entering a junction is equal to the sum of the currents leaving the junction.

3. Ohm's law $: V = IZ$:หน่วย V

4. Impedance in parallel : $\frac{1}{Z_T} = \sum \frac{1}{Z_i}$:หน่วย Ω

5. Impedance in series : $Z_T = \sum Z_i$:หน่วย Ω

6. Impedance (Z) = Resistance (R) $\pm$ j Reactance (X) :หน่วย Ω

   $X_L = \omega L = 2\pi f L$:หน่วย Ω

   $X_C = 1/\omega C = 1/2\pi f C$:หน่วย Ω

7. Single phase power triangle :

   Apparent power : $S_{1-\phi} = V_\phi I_\phi = I_\phi^2 Z_\phi = \frac{V_\phi^2}{Z_\phi}$:หน่วย Volt-amp

   Real power : $P_{1-\phi} = V_\phi I_\phi \cos\theta = I_\phi^2 R_\phi = \frac{V_\phi^2}{R_\phi} = \frac{N}{Kt}$:หน่วย watt

   Reactive power : $Q_{1-\phi} = V_\phi I_\phi \sin\theta = P_\phi \tan\theta = I_\phi^2 X_\phi = \frac{V_\phi^2}{X_\phi}$:หน่วย Var

   $Q_C = P_\phi(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$:หน่วยVar,leading

8 .Three phase power triangle :

Total Apparent power $:S_{3-\phi} = .\sum V_\phi I_\phi = \sqrt{3}.V_L I_L = \sum I_\phi^2 Z_\phi$:หน่วย Volt-amp

Total Real power $:P_{3-\phi} = \sum .V_\phi I_\phi \cos\theta = \sqrt{3}.V_L I_L \cos\theta = \sum I_\phi^2 R_\phi$:หน่วย watt

Total Reactive power $:Q_{3-\phi} = \sum .V_\phi I_\phi \sin\theta = \sqrt{3}.V_L I_L \sin\theta = \sum I_\phi^2 X_\phi$:หน่วย Var

ต่อแบบวาย(wye)

Balance Load : $V_L = \sqrt{3} * V_{ph}$; $I_L = I_{ph}$

Unbalance Load : $V_L \neq V_{ph}$; $I_L = I_{ph}$

ต่อแบบเดลต้า(delta)

Balance Load : $V_L = V_{ph}$; $I_L = \sqrt{3} * I_{ph}$

Unbalance Load : $V_L = V_{ph}$; $I_L \neq I_{ph}$

9.เครื่องจักรกล

1 Hp. (1 แรงม้า) = 746 วัตต์

12,000 BTU = 1 kW= 1 ตันความเย็น

10. ตารางแบตเตอรี่

12 Vdc	7Ah, 21Ah, 40Ah, 75 Ah, 100Ah, 200 Ah, 300Ah
24 Vdc	45Ah, 100Ah, 200Ah
48 Vdc	45 Ah, 100Ah, 200Ah

11. ตารางคาปาซิเตอร์

Capacity	Single phase Capacitor at 230 Volts	Three phase Capacitor at 400 Volts
kVar	Ic	Ic
2	8.70	2.9
5	21.74	7.2
10	43.48	14.4
15	65.22	21.7
20	86.96	28.9
25	108.70	36.1
30	130.43	43.3
35	152.17	50.5
45	195.65	65.0
50	217.39	72.2
60	-	86.6
70	-	101.0
80	-	115.5
100	-	144.3

12. อัตราค่าไฟฟ้าประเภท 1 และ 4

อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า ประเภท 1 รายเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า

15 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 – 15)	หน่วยละ	1.8632 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	หน่วยละ	2.5026 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 – 35)	หน่วยละ	2.7549 บาท
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 – 100)	หน่วยละ	3.1381 บาท
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 – 150)	หน่วยละ	3.2315 บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 – 400)	หน่วยละ	3.7362 บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	3.9361 บาท

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

4.1 อัตราค่าไฟฟ้า ตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff : TOD Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)			ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Partial Peak	Off Peak	ทุกช่วงเวลา	
4.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	224.30	29.91	0	3.1355	312.24
4.1.2 แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	285.05	58.88	0	3.1729	312.24
4.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	332.71	68.22	0	3.2009	312.24

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ : สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้า รีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 56.07 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้นเศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ ให้ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

13. ตาราง Solar

Item specifics of SUNGOLD PV		
Product code :	SGM-250W	SGM-320W
Maximum power(Pmax) :	250W	320W
Voltage at Pmax(Vmp) :	29.4	35.6
Current at Pmax(Imp) :	8.5	8.99
Open-circuit voltage(Voc) :	37.1	44.6
Short -circuit current(Isc) :	9.18	9.71
Cells Efficiency(%) :	17.8%	18.44%
The maximum system voltage :	1000VDC(IEC)	1000VDC(IEC)
Power temperature coefficient :	-0.41%/°C	-0.48%/°C
Voltage temperature coefficient :	-0.31%/°C	-0.34%/°C
Current temperature coefficient :	+0.05%/°C	+0.05%/°C
Output power tolerance :	±3%	±3%
NOCT :	45±2°C	45±2°C
No.of cells and connections :	60 (6X10)	72 (6X12)
Module dimension :	990*1640*40mm	992*1950*40mm
Weight :	18 KG	21 KG
Junction Box :	Ip 65 Rated	Ip 65 Rated

LEONICS®

APOLLO S-210 series Single Phase Bidirectional Inverter

SPECIFICATIONS

MODEL		S-210A	S-211A	S-211B	S-212B	S-213B / S-213B/RM	S-215B / S-215B/RM	S-216B / S-216B/RM	S-211C / S-211C/RM	S-213C / S-213C/RM	S-215C / S-215C/RM	S-216C / S-216C/RM	S-217C	S-218C / S-218C/RM	S-219C / S-219C/RM
INPUT															
Inverter mode	Nominal voltage	12 Vdc				24 Vdc			48 Vdc						
	Voltage range	10.5 - 14.5 Vdc				21 - 29 Vdc			40 - 58 Vdc						
Charge mode	Nominal voltage	220 Vac													
	Voltage range	176 - 265 Vac													
	Frequency	50 / 60 Hz ± 3%													
AC Generator	Recommened power rating	1.25 kVA	1.25 kVA	2 kVA	3 kVA	4 kVA	6 kVA	7.5 kVA	2 kVA	4 kVA	6 kVA	7.5 kVA	11 kVA	14 kVA	19 kW
OUTPUT															
Inverter mode	Power continuous (Pf.=1)	150 VA / 150W	300 VA / 300 W	500 VA / 500 W	800 VA / 800 W	1 kVA / 1 kW	1.5 kVA / 1.5 kW	2 kVA / 2 kW	500 VA / 500 W	1 kVA / 1 kW	1.5 kVA / 1.5 kW	2 kVA / 2 kW	2.7 kVA / 2.7 kW	3.5 kVA / 3.5 kW	5 kVA / 5 kW
	Max. surger power	200%													
	Voltage	220 Vac ± 1%													
	Frequency	50 / 60 Hz ± 0.1% (crystal control)													
	Wave form	Pure sine wave													
	Total harmonic distortion	< 3%													
Charge mode	Nominal voltage	12 Vdc				24 Vdc			48 Vdc						
	Charging current	7 A	14 A	12 A	20 A	24 A	30 A	40 A	6 A	12 A	18 A	24 A	32 A	38 A	52 A
SYSTEM															
Max. efficiency		> 80%			> 82%		> 85%				> 90%				> 95%
Protection		Over current, overload, over temperature, short circuit, over DC voltage, under voltage													
INDICATOR															
LED		Status, Battery Level, Overload, Fault		Load Level, Overload, Battery Level, Low Battery, Fault, Over Temperature, Charger Status, Inverter Status											
LCD	With data logging	Option (Inverter (voltage, current, frequency), Battery (voltage, current), Load (voltage, current))													
Audible alarm	Buzzer	Low battery, over load, short circuit, over temperature													
ENVIRONMENT															
Temperature		0 - 45°C													
Relative humidity		0 - 95 % (non - condensing)													
CONFORMANCE															
Design regulation	Safety regulation	AS 3100													
PHYSICAL															
Dimension W x H x D (cm)	Wall mount	18.2 x 36 x 12.1			26 x 36 x 16		29 x 51.5 x 22.5		26 x 36 x 16		29 x 51.5 x 22.5		58 x 35.4 x 21.8		-
	Rack mount	-				48.2 x 22 x 50			48.2 x 14 x 50		48.2 x 22 x 50		-	49.3x31x47.5	-
	Tower	-													60x86.5x46
Weight (Approx. in kg)	Wall mount	8	8.5	18.5	20.5	20.5	27	27	18.5	20.5	26	27	40.5	40.5	-
	Rack mount	-				24	28	29	23	25	28	29	-	40.5	-
	Tower	-													90

Continuous product development is our commitment. In that manner, the above specifications may be changed without prior notice.

Authorized Distributor

Authorized Dealer

LEO ELECTRONICS CO.,LTD.
27, 29 Soi Bangna-Trad Rd 34, Bangna, Bangna, Bangkok 10260 THAILAND
Phone. 0-2746-9500, 0-27468708 Fax. 0-2746-8712 e-mail : RNE@leonics.com
• www.leonics.com •

14 new inverter