ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE 15-05

COMPENSAR ARMÓNICOS Y SUS EFECTOS EN LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

DURACION DE LA ACTIVIDAD: 2 Sesiones (16 horas)
GRUPOS DE TRABAJO: parejas

Materiales de formación devolutivos: (Equipos/Herramientas)		Materiales de formación (consumibles)		Ambientes de aprendizaje tipificados
Descripción	**Cantidad**	**Descripción**	**Cantidad**	
Analizador de red Pinza calidad de energía Modulo compensación reactivos Schneider	3 5 1	No se requieren		Ambiente 2: Distribución de Energía Eléctrica

ACTIVIDADES DE APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO.



SOLICITUDES DE CABETO SOLUCIONES



Desde mantenimiento informan que las protecciones del banco corrector de factor de potencia en la empresa se están disparando Especialmente cuando los variadores de velocidad de los motores se encienden en las mañanas. El jefe de mantenimiento no comprende por qué sucede esto ya que los variadores son muy pequeños comparado con la carga que normalmente existe y que no dispara la protección del banco corrector. Se solicita que usted explique qué puede estar sucediendo ya que sabemos que como tecnólogo debería tener todos los conocimientos para responder.

1. MODULO COMPENSACION DE FACTOR DE POTENCIA DIDACTICO



La energía eléctrica se encuentra distribuida a los usuarios de forma alterna por redes en alta, media y baja tensión. La energía consumida está compuesta de una parte activa transformada en movimiento o calor y de una parte reactiva transformada por los actuadores eléctricos para producir sus propios campos electromagnéticos.

El usuario sólo se beneficia del aporte energético de la parte activa; la parte reactiva no se puede eliminar, pero debe ser compensada por dispositivos adecuados. De esta manera, se reduce globalmente la energía total suministrada por la red de distribución. Los ahorros de energía realizados son significativos para el consumo global y reducen el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema de nuestro planeta.

1.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES Y FUNCIONES DEL BANCO DIDÁCTICO

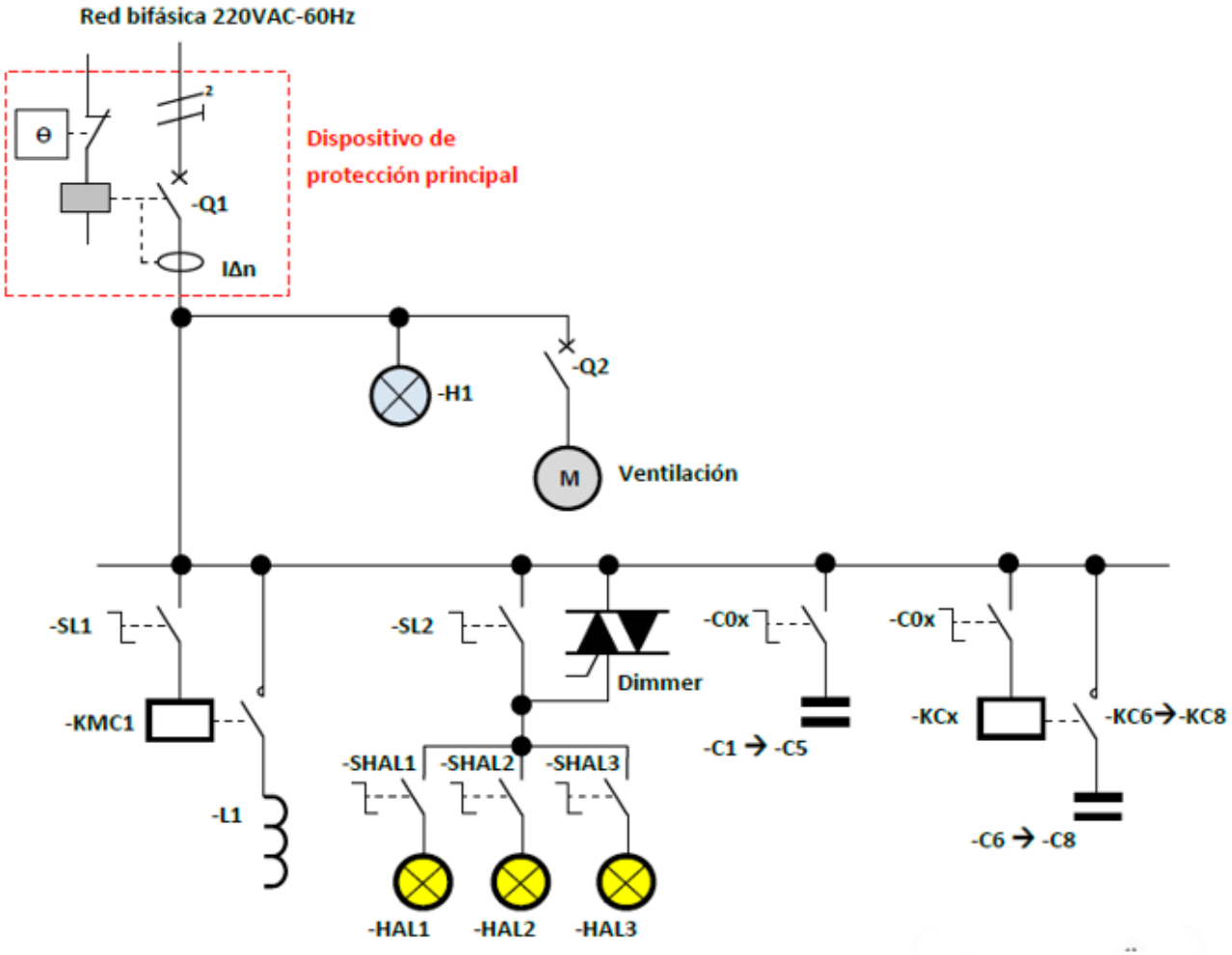
Ubique el banco didáctico de compensación de energía reactiva….

- Determinar de acuerdo con la placa de datos, la tensión y la frecuencia de alimentación del banco. ¿Cuál es la potencia aparente S (kVA) definida para el banco?
- Determinar las características del dispositivo de protección principal (Q1). Analizando la estructura del plano unifilar del banco y que se representa a continuación, analizar cómo enciende el banco.

En el **Documento Respuesta "CARACTERISTICAS DEL BANCO CORRECTOR DE FP"** Relacione con flechas los compontes siguientes:

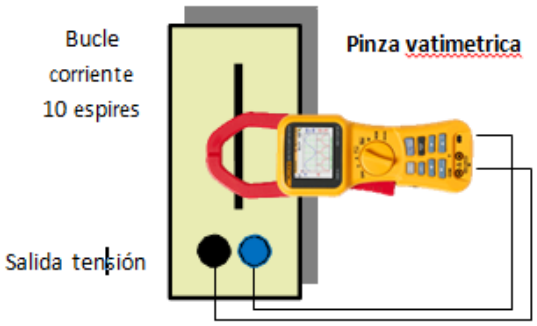
- Bombillas halógenas (HAL 1 a HAL 3),
- Inductancia (L1),
- Condensadores (C1 a C5),
- Batería de condensadores (C6 a C8),
- Contactores (K…).

- Indicar en la tabla asociada del **documento respuesta** las características eléctricas (referencia y/o valor, Corriente, Potencia) y el elemento de control (selector S, conmutador C0 o contactor K) asociado.



1.2 ADECUACIONES PREVIAS EN EL EQUIPO DIDÁCTICO

En el banco didáctico **DESENERGIZADO…**
Conectar el equipo de medición como se indica, presentar la conexión del equipo de medición al instructor para su verificación. Se debe tener en cuenta que a partir de esta construcción todas las lecturas de corrientes y potencias se van a ver afectadas 10 veces mayor.



A TENER EN CUENTA…
Ángulo de desfase: $\varphi = \cos^{-1}(FP)$

2 COMPENSACIÓN DE REACTIVOS EN AMBIENTE NORMAL

¡TODAS LAS MODIFICACIONES DE CABLEADO SE DEBEN REALIZAR CON EL BANCO DESENERGIZADO!

2.1 LÁMPARAS HALÓGENAS



- Energizar el banco. Encender el halógeno 1 de forma directa sin el dimmer.

En el **Documento Respuesta "COMPENSACIÓN EN AMBIENTE NORMAL"**

- Medir y registrar las potencias, corriente y factor de potencia cuando se prenden las bombillas halógenas en toda su intensidad sin dimmer (Direct light = 1) y de acuerdo con la **tabla 1** del **documento respuesta**.
- ¿Cuál es la naturaleza (resistiva, inductiva o capacitiva / lineal o no lineal) de la carga?
- ¿Cuál es el desfase φ de la corriente absorbida ***I*** respecto a la tensión de alimentación ***V***?
- Mida THD_V THD_I

2.2 CARGA INDUCTIVA



- Apagar los halógenos. Encender la inductancia L1.

En el **Documento Respuesta "COMPENSACIÓN EN AMBIENTE NORMAL"**

- Medir y registrar las potencias, corriente y factor de potencia cuando se energiza la carga inductiva L1 y de acuerdo con la **tabla 2** del **documento respuesta.**
- ¿Cuál es la naturaleza (resistiva, inductiva o capacitiva / lineal o no lineal) de la carga?

- ¿Cuál es el desfase φ de la corriente absorbida ***I*** respecto a la tensión de alimentación ***V***?
- Mida THD_V THD_I

2.3 BOMBILLAS HALÓGENAS INDUCTIVA (CIRCUITO RL)





- Encender la inductancia L1 y todos los halógenos.

En el **Documento Respuesta "COMPENSACIÓN EN AMBIENTE NORMAL"**

- Medir y registrar las potencias, corriente y factor de potencia cuando se energiza la carga inductiva L1 y todas las bombillas de acuerdo con la **tabla 3** del **documento respuesta.**
- ¿Cuál es la naturaleza (resistiva, inductiva o capacitiva / lineal o no lineal) de la carga?
- ¿Cuál es el desfase φ de la corriente absorbida ***I*** respecto a la tensión de alimentación ***V***?
- Mida THD_V THD_I

La energía reactiva consumida de tipo inductiva puede ser compensada por condensadores

2.4 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA



De acuerdo con el último montaje, se deben ir acoplando condensadores según se indica en la **tabla 4** del **documento respuesta.**

En el **Documento Respuesta "COMPENSACIÓN EN AMBIENTE NORMAL"**

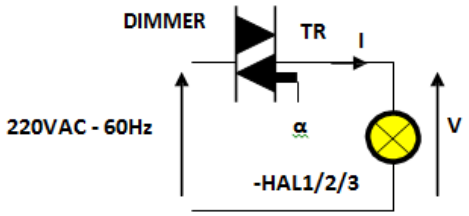
- Medir y registrar las potencias, corriente y factor de potencia cuando se energizan cada uno de los condensadores de acuerdo con la **tabla 3** del **documento respuesta.**
- ¿Cómo evolucionan las diferentes potencias (activa, reactiva y aparente) ?, ¿El factor de potencia?, ¿La tensión de alimentación?
- Mida THD_V THD_I

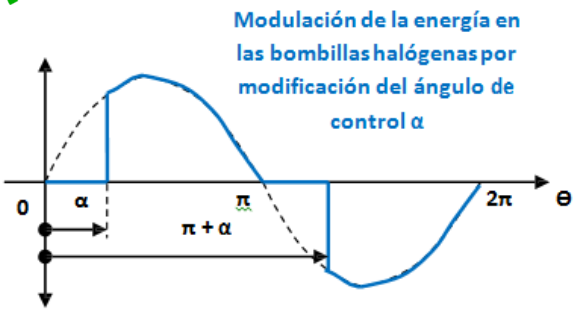
ACTIVIDADES DE TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO.

3 COMPENSACIÓN DE REACTIVOS EN AMBIENTE CONTAMINADO



El dimmer controla la energía de la lámpara a través del recorte de la onda sinusoidal con la ayuda de un elemento electrónico llamado TRIAC. La potencia lumínica depende del punto donde se corte la onda entre 0° y 180° (0 rad y π rad). El dispositivo es simétrico y corta la onda tanto en su ciclo positivo como en su ciclo negativo. Esta deformidad en la onda implica la circulación de armónicos en la carga lo que traerá consigo un consumo de potencia reactiva que dependerá del punto de corte de la señal. Cuando está trabajando el dimmer decimos que Direct light = 0.





3.1 CARACTERISTICA DE LA CARGA CONTAMINADA

- Conectar un instrumento de medición (pinza graficadora, osciloscopio, analizador de redes) para observar la forma de onda que refleja la acción del dimmer sobre los bombillos halógenos. Identifique, al empezar a girar el dimmer, el ángulo de disparo ***α*** sobre la onda de tensión.
- Determine cuando el dimmer corta la onda ***α* = 90°.** Pida la verificación de su instructor.

En el **Documento Respuesta "COMPENSACIÓN EN AMBIENTE CONTAMINADO"**

- Medir y registrar la corriente, potencias, factor de potencia que consume las bombillas halógenas dependiendo del punto de corte de la señal por TRIAC, complete entonces la **tabla 1** del **documento respuesta**.
- Trazar, con ayuda de Excel, las curva potencia reactiva en función del ángulo de corte del dimmer***, Q = f(α)*** y factor de potencia ***FP = f(α).*** Trazar o recortar luego dicha **curva** en el **documento respuesta**.
- ¿Para qué valor del ángulo de control (α_1) del DIMMER se obtiene la potencia reactiva máxima absorbida por el conjunto? Complete la **pregunta del documento respuesta.**

A TENER EN CUENTA…
A pesar de ser una carga resistiva pura que en condiciones normales no tiene consumo de energía reactiva, el hecho de ser alimentada con una onda de forma no sinusoidal hace que se presente consumo de energía reactiva.

3.2 COMPORTAMIENTO DE LA COMEPENSACION EN CARGA CONTAMINADA

Ahora identificaremos las particularidades de la señal al ángulo hallado α_1, que fue el punto donde hubo un mayor consumo de reactivo.



En el **Documento Respuesta "COMPENSACIÓN EN AMBIENTE CONTAMINADO"** completar la tabla de **medición 2** del **documento respuesta** para el conjunto aún sin compensación.

- Medir y registrar la corriente, potencias, factor de potencia que consume las bombillas halógenas.

- Energizar el condensador más pequeño y observe los efectos sobre la potencia reactiva.
- a través del tanteo conecte los condensadores que sean necesarios para mejorar el factor de potencia y que se encuentre por encima de lo que solicita la norma.
- Calcular con los conceptos que ya se han adquirido la distorsión.

En el **Documento Respuesta "COMPENSACIÓN EN AMBIENTE CONTAMINADO"** completar la tabla de **medición 3** del **documento respuesta** indicando la compensación encontrada.

- Medir y registrar la corriente, potencias, factor de potencia que consume las bombillas halógenas compensadas por el condensador encontrado.
- Calcular con los conceptos que ya se han adquirido la distorsión.

En una de las secciones anteriores se había hecho compensación sobre un circuito conformado por bombillas inductancia. Ahora se para el mismo circuito, pero con bombillas afectadas por el dimmer al ángulo hallado α_1, que fue el punto donde hubo un mayor consumo de reactivo.

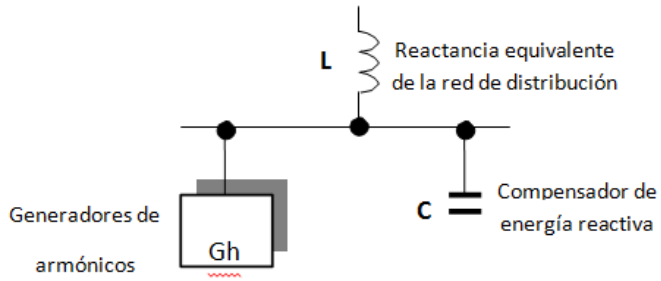


En el **Documento Respuesta "COMPENSACIÓN EN AMBIENTE CONTAMINADO"** completar la tabla de **medición 4** del **documento respuesta** compense con los condensadores indicados.

- Medir y registrar la corriente, potencias, factor de potencia que consume el circuito.
- Compare esta tabla con respecto a la tabla que no tenía contaminación armónica.
- Redacté algunas conclusiones en su cuaderno y discútalas en clase.

A TENER EN CUENTA...

Según la potencia de los aparatos que generan armónicos (***Gh***), se puede escoger diferentes tipos de condensadores asociados eventualmente a inductancias.



Para valores importantes de los generadores de armónicos, el tratamiento de los armónicos es en general necesario. Los dispositivos adecuados aseguran a la vez la función de compensación de energía reactiva y de filtrado de armónicos.

TRANSFORMADOR de POTENCIA Sn < 2MVA

Gh < 15% Sn	15% Sn<Gh < 25% Sn	25% Sn <Gh < 60% Sn	Gh > 60% Sn
Equipos de compensación **estándar**	Equipos de compensación **tipo H** (condensadores sobredimensionados)	Equipos de compensación **tipo SAH** (condensadores sobredimensionados con inductancias de protección)	Filtro de armónicos

EVIDENCIAS.

Las evidencias de esta actividad pueden ser desarrolladas en su cuaderno o imprimiendo este documento y escribiendo sobre él. En todo caso deben ser subidas a la plataforma en el enlace correspondiente en un único archivo comprimido .RAR. La fecha de entrega la puede encontrar en el plan concertado.

Evidencia para entregar: **DR_15-05 Documento Respuesta que incluye 3 documentos**

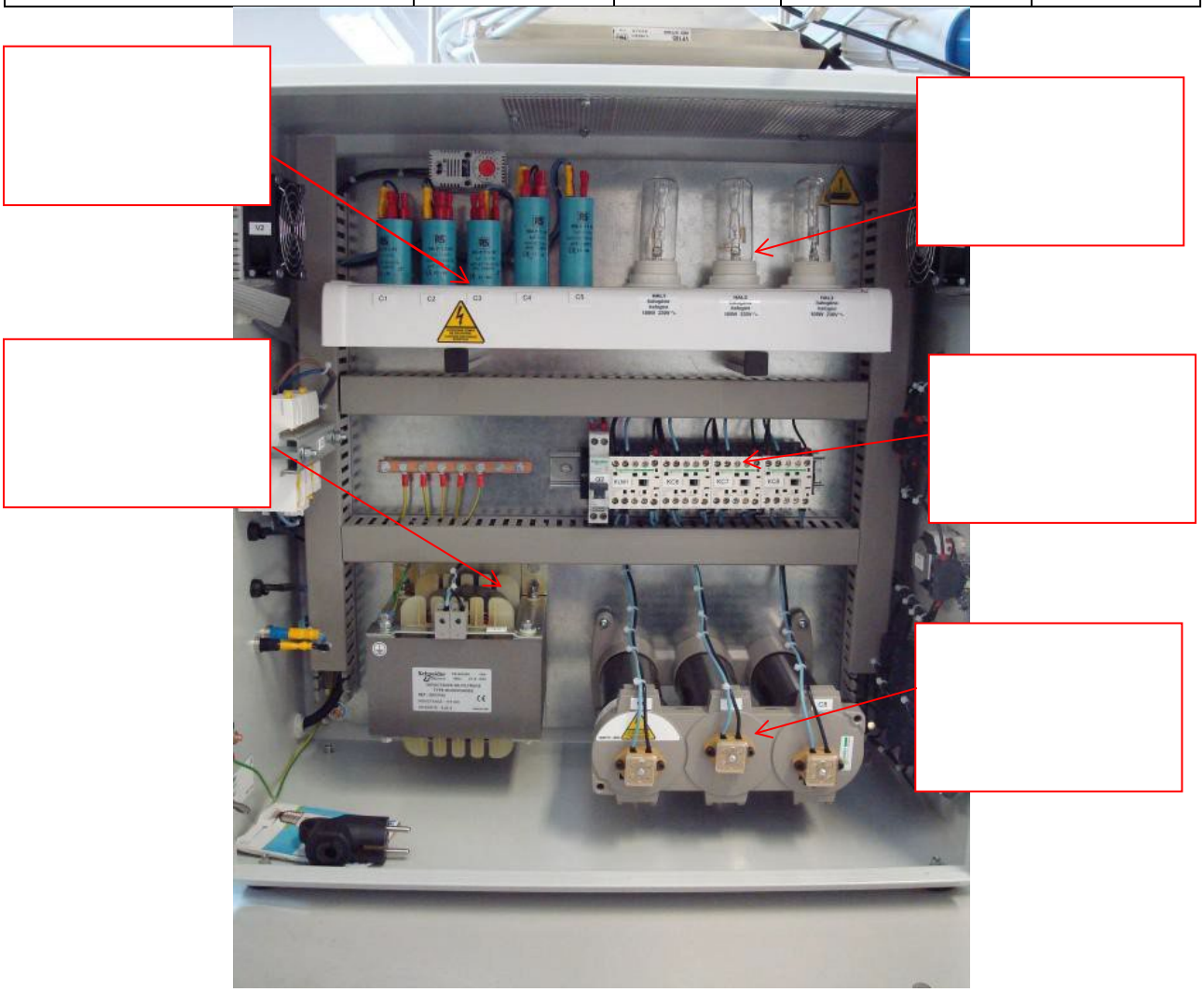
ACERCA DE LA ACTIVIDAD.

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Autor	Sergio Andres Garcia Peña	Instructor	Electricidad CDITI	16 de abril de 2023

DR_15-05 Documento Respuesta

CARACTERISTICAS DEL BANCO CORRECTOR DE FP

Nombres:	Documento:	Código ficha:	Programa:	Fecha: DD/MM/AA



ELEMENTOS	Valor Referencia	Corriente (A)	Potencia (W)	Elemento de control	
				Selector	Contactor
Bombillas halógenas					
Inductancia					
Condensadores					
Batería de condensadores					

DR_15-05 Documento Respuesta

COMPENSACIÓN EN AMBIENTE NORMAL

TABLA de MEDICIÓN 1 - BOMBILLAS HALÓGENAS - DIRECT LIGHT = 1

Condiciones		P (W)	Q (VAr)	S (VA)	V_{RMS} (V)	I_{RMS} (A)	F.P.	THD_V - THD_I
1	HAL 1							
2	HAL 1+2							
3	HAL 1+2+3							

TABLA de MEDICIÓN 2 – CARGA INDUCTIVA L1

Condiciones		P (W)	Q (VAr)	S (VA)	V_{RMS} (V)	I_{RMS} (A)	F.P.	THD_V - THD_I
1	L1							

TABLA de MEDICIÓN 3 – BOMBILLAS HALÓGENAS + CARGA INDUCTIVA L1

Condiciones		P (W)	Q (VAr)	S (VA)	V_{RMS} (V)	I_{RMS} (A)	F.P.	THD_V - THD_I
1	HAL 1+2+3 + L1							

TABLA de MEDICIÓN 4 – COMPENSANDO LA ENERGIA REACTIVA

Condiciones		P (W)	Q (VAr)	S (VA)	V_{RMS} (V)	I_{RMS} (A)	F.P.	THD_V - THD_I
1	C1 = 1µF							
2	C2 = 3µF							
3	C3 = 5µF							
4	C4 = 10µF							
5	C5 = 15µF							
6	C6 = 39,6µF							
7	C7 = 64,2µF							
8	C8 = 88,8µF							

DR_15-05 Documento Respuesta

COMPENSACIÓN EN AMBIENTE CONTAMINADO

TABLA de MEDICIÓN 1 - BOMBILLAS HALÓGENAS - DIRECT LIGHT = 0

Condiciones		P (W)	Q (VAr)	S (VA)	V_{RMS} (A)	I_{RMS} (A)	F.P.
Angulo de control DIMMER α							
1	0°						
2	30°						
3	45°						
4	60°						
5	90°						
6	120°						
7	135°						
8	150°						
9	180°						





¿Cuál es el ángulo de disparo del dimmer donde se consume la mayor cantidad de energía reactiva?

α_1 =

TABLA de MEDICIÓN 2 – CARACTARISITICAS DE LA SEÑAL SIN COMPENSACION ***α1*** **= _____**

Corriente [A]		dh (%)	P [W]	Q [VAR]	S[VA]	D[Wd]	F.P.	F.P.D.	THDi (%)
h1									
h3									
h5									
h7									
h9									
h11									

TABLA de MEDICIÓN 3 – COMPENSACION REACTIVA ***α1*** **= _____ C = _____ µF**

Corriente [A]		dh (%)	P [W]	Q [VAR]	S[VA]	D[Wd]	F.P.	F.P.D.	THDi (%)
h1									
h3									
h5									
h7									
h9									
h11									

TABLA de MEDICIÓN 4 – COMPENSACION REACTIVA DIFERENTES CAPACITORES

Condiciones		P (W)	Q (VAr)	S (VA)	V_{RMS} (V)	I_{RMS} (A)	F.P.	THD_V - THD_I
1	C1 = 1µF							
2	C2 = 3µF							
3	C3 = 5µF							
4	C4 = 10µF							
5	C5 = 15µF							
6	C6 = 39,6µF							
7	C7 = 64,2µF							
8	C8 = 88,8µF							