

5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA

V SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE HIDROENERGÍA EN PEQUEÑA ESCALA.

MÁQUINAS HIDRÁULICAS REVERSIBLES APLICADAS A MICRO CENTRALES HIDROELÉCTRICAS (Micro CHE)



**Universidad
del Valle**

Prof. RAMIRO ORTIZ FLOREZ PhD.
EST. LEONARDO BOHÓRQUEZ MALDONADO.
EST. JOSE DANIEL SANTACRUZ LONDOÑO.

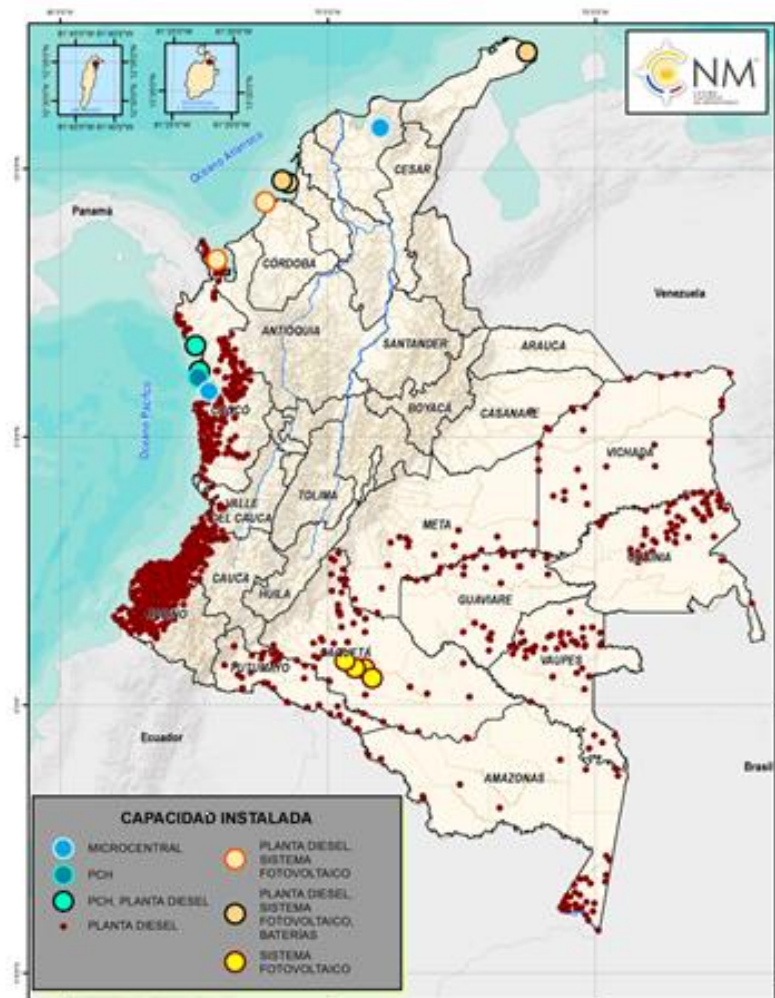


Tabla 1. Características de las ZNI. (IDEAM, 2018)

Territorio Nacional	51%
Departamentos	18
Capitales Municipales	5
Municipios	97
Cabeceras Municipales	37
Población Total	1'900.000
Usuarios Atendidos	205.404
Capacidad Operativa	241 MW
Capacidad Operativa FR	7,2 MW



Fig. 1. Cobertura en ZNI. (IPSE, 2017)



DEPARTAMENTO	CAPACIDAD (KW)
AMAZONAS	25.242
ANTIOQUIA	1.856
ARCHIPIELAGO DE SAN ANDRES	69.472
BOLIVAR	804
CAQUETA	6.825
CASANARE	2.618
CAUCA	9.100
CHOCO	33.196
GUAINIA	6.211
GUAVIARE	3.911
PUTUMAYO	200
GUAVIARE	212
LA GUAJIRA	2.085
META	8.516
NARINO	26.063
PUTUMAYO	11.516
VALLE DEL CAUCA	500
VAUPES	5.224
VICHADA	13.889
TOTAL CAPACIDAD OPERATIVA	227.439

Fuente: CNM – SPE, junio de 2017

Fig. 2. Capacidad operativa en ZNI. (IPSE, 2017)

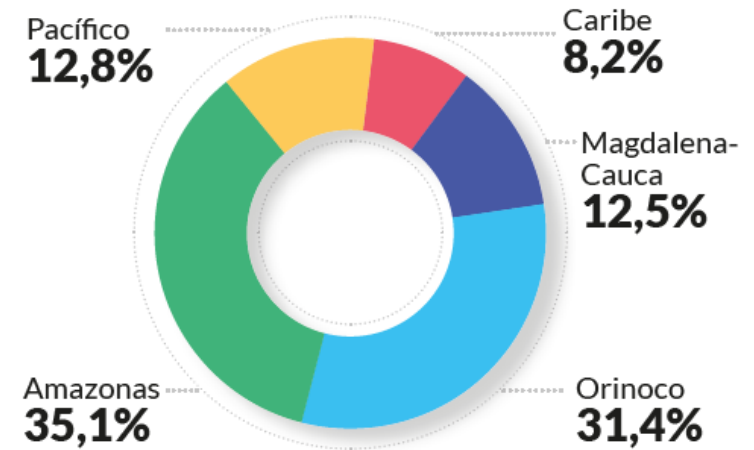


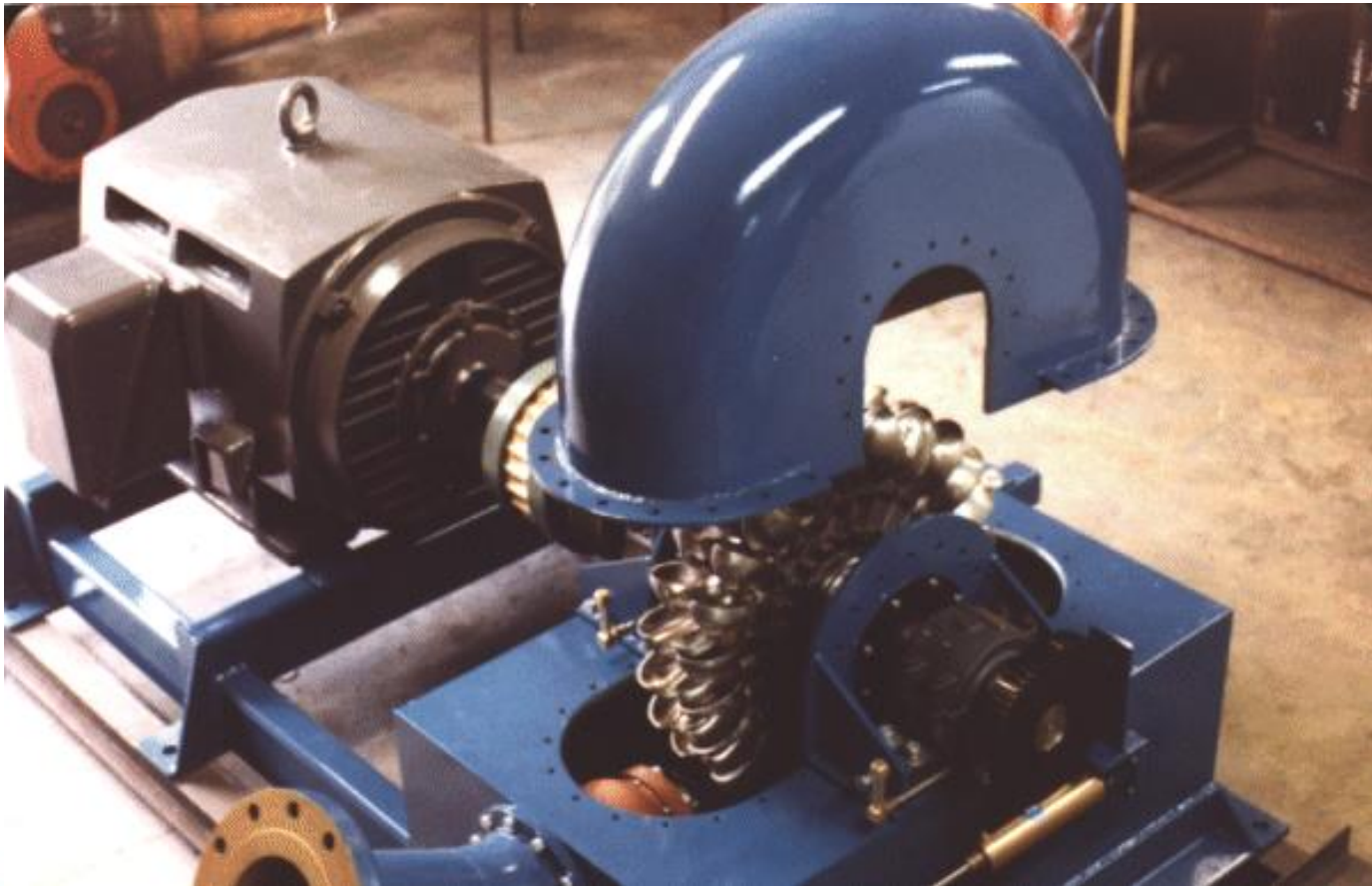
Fig. 7. Distribución por área hidrográfica de la OHD. (IDEAM, 2018)

Importancia de la Micro CHE

1. La necesidad de una tecnología ecológicamente racional*.
2. La demanda mundial de energía, especialmente eléctrica, aumentará notoriamente durante el transcurso de este siglo *.
3. La energía hidráulica no aprovechada es todavía muy abundante en América Latina, África central, India y China. *
4. Acelerar el acceso a electricidad para pobres es una meta de la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible.

(* ***Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. ONU).***

Microcentrales convencionales



**RED
HIDRO**
Red Temática
Iberoamericana
de Hidroenergía
en Pequeña Escala



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo



5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA



**Universidad
del Valle**

Costos del kilovatio instalado.

**RED
HIDRO**
Red Temática
Iberoamericana
de Hidroenergía
en Pequeña Escala



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo

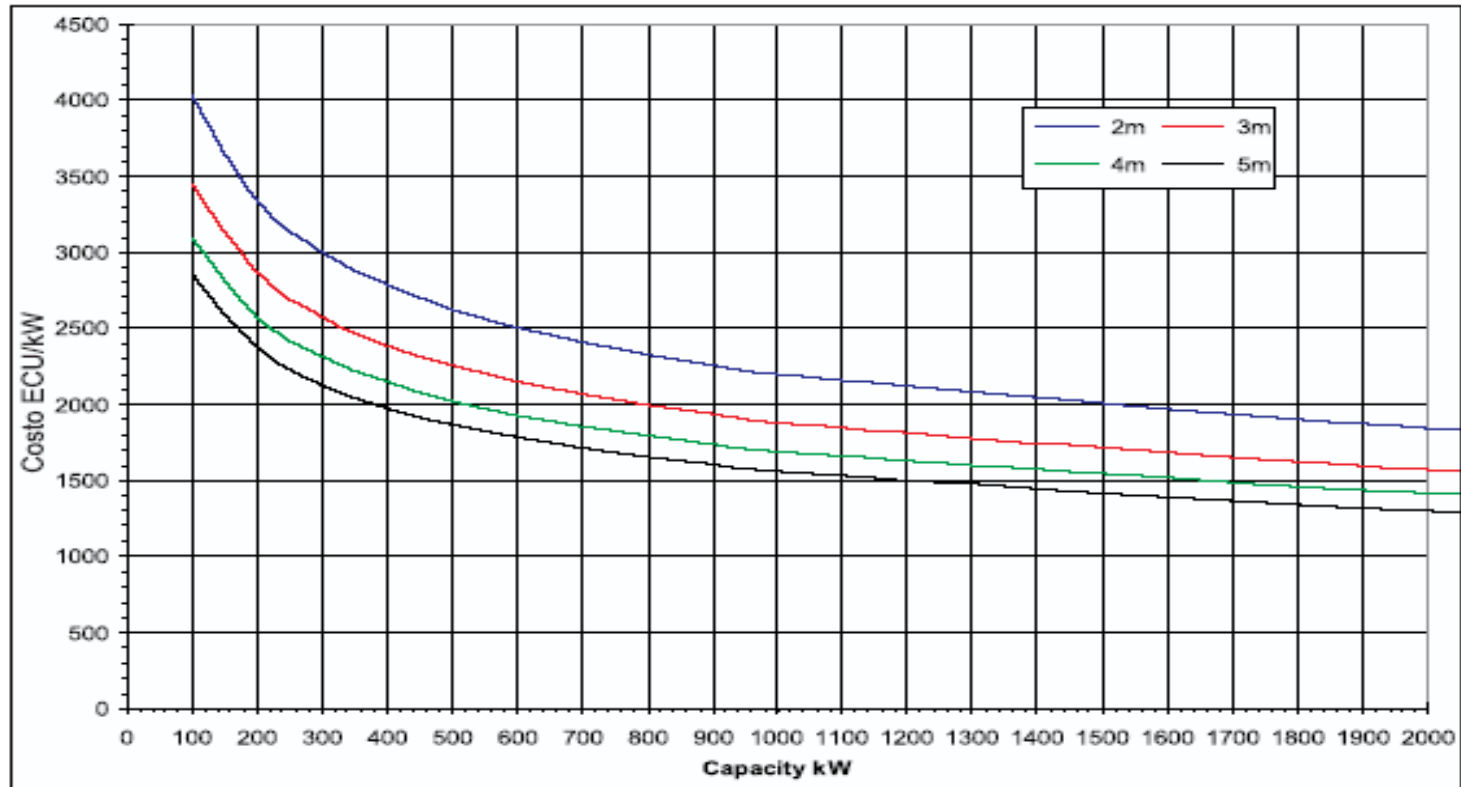


5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA



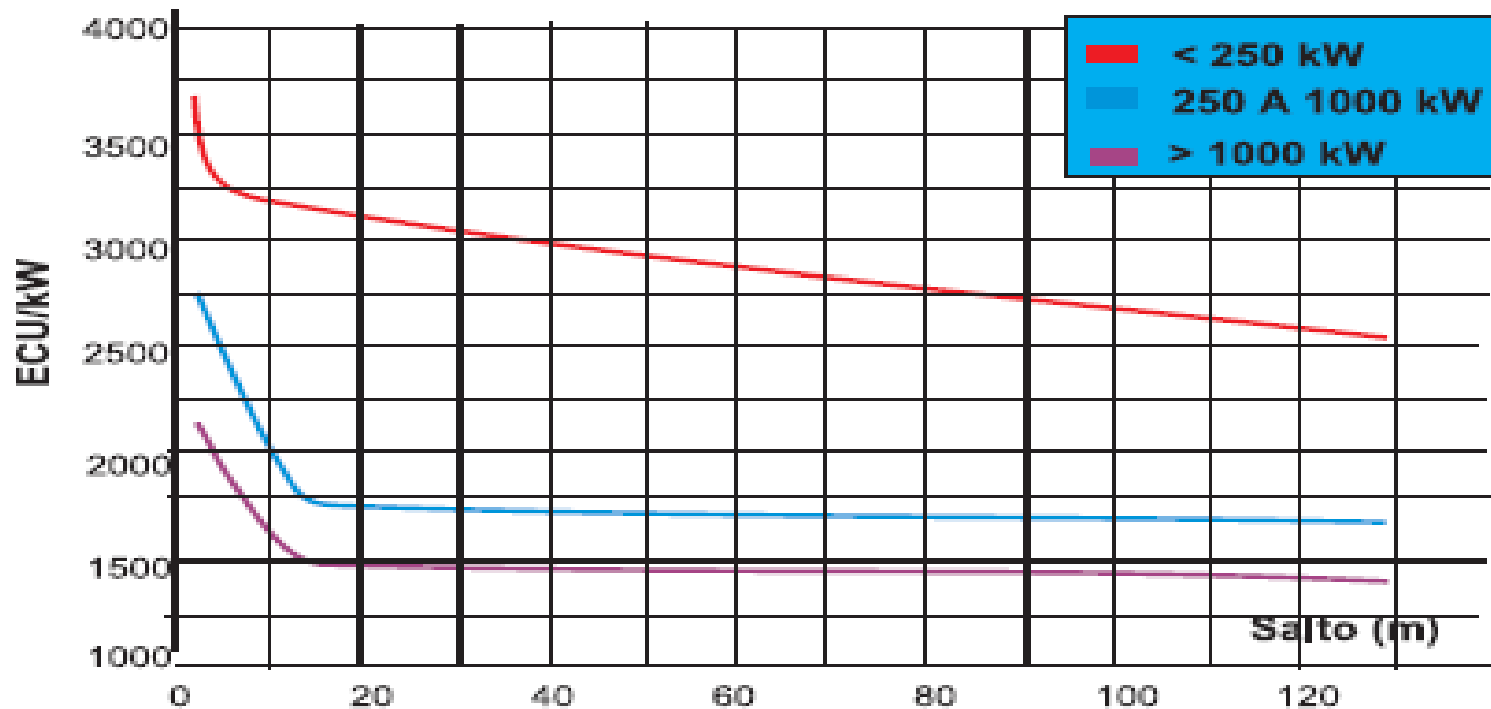
**Universidad
del Valle**

Costo del Kilovatio instalado según "IT Power Ltd Stroom Lijn, IEE Kassel, 1997"



THERMIE 1984-1987

Costo específico por kW instalado



EUROPEAN COMMISSION
DGXII SCIENCE - R&D
DGXVII ENERGY



JOULE.THERMIE

**RED
HIDRO**
Red Temática
Iberoamericana
de Hidroenergía
en Pequeña Escala



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo



5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA



**Universidad
del Valle**

Selección del primomotor hidráulico

**RED
HIDRO**
Red Temática
Iberoamericana
de Hidroenergía
en Pequeña Escala



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA

INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo

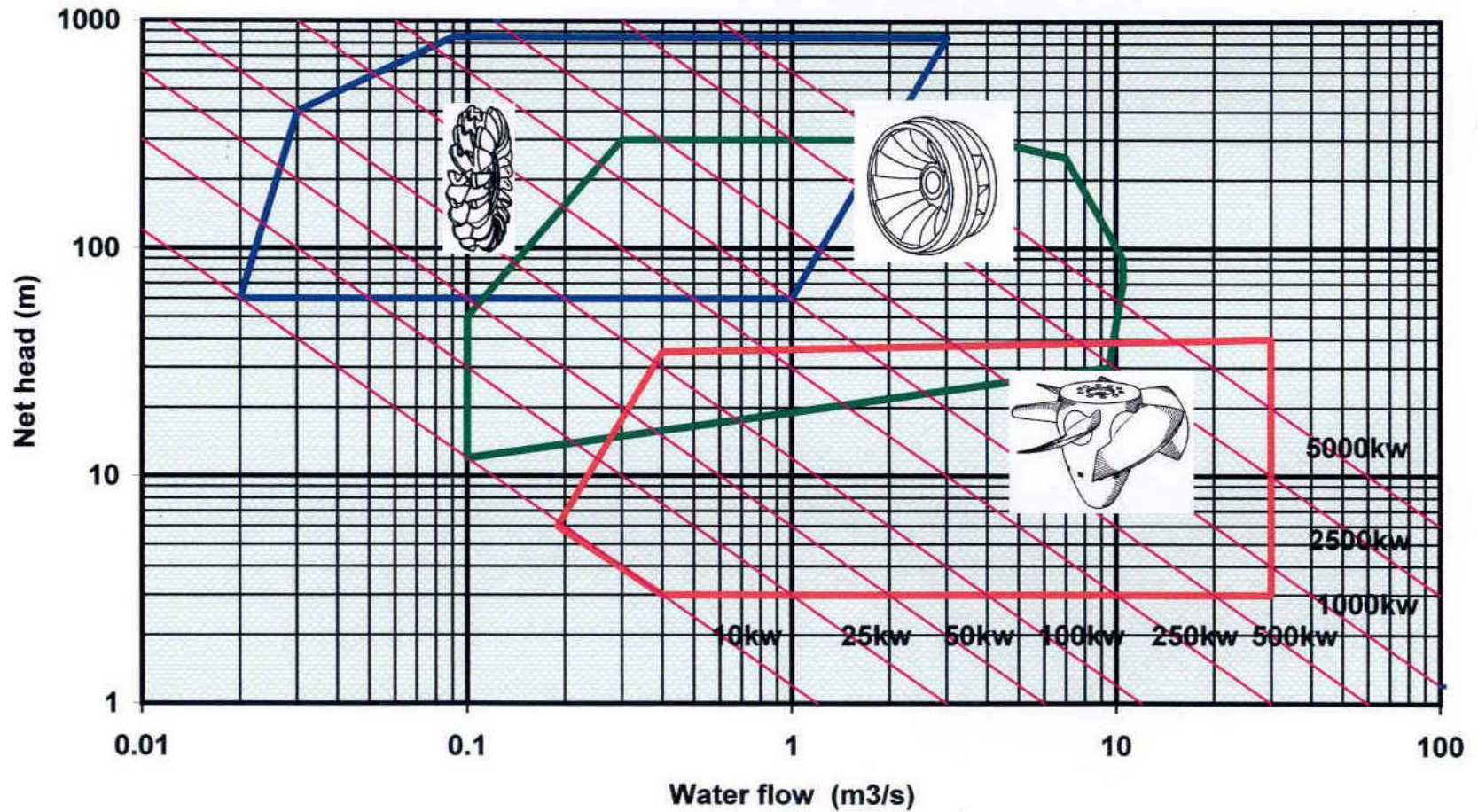


5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA



**Universidad
del Valle**

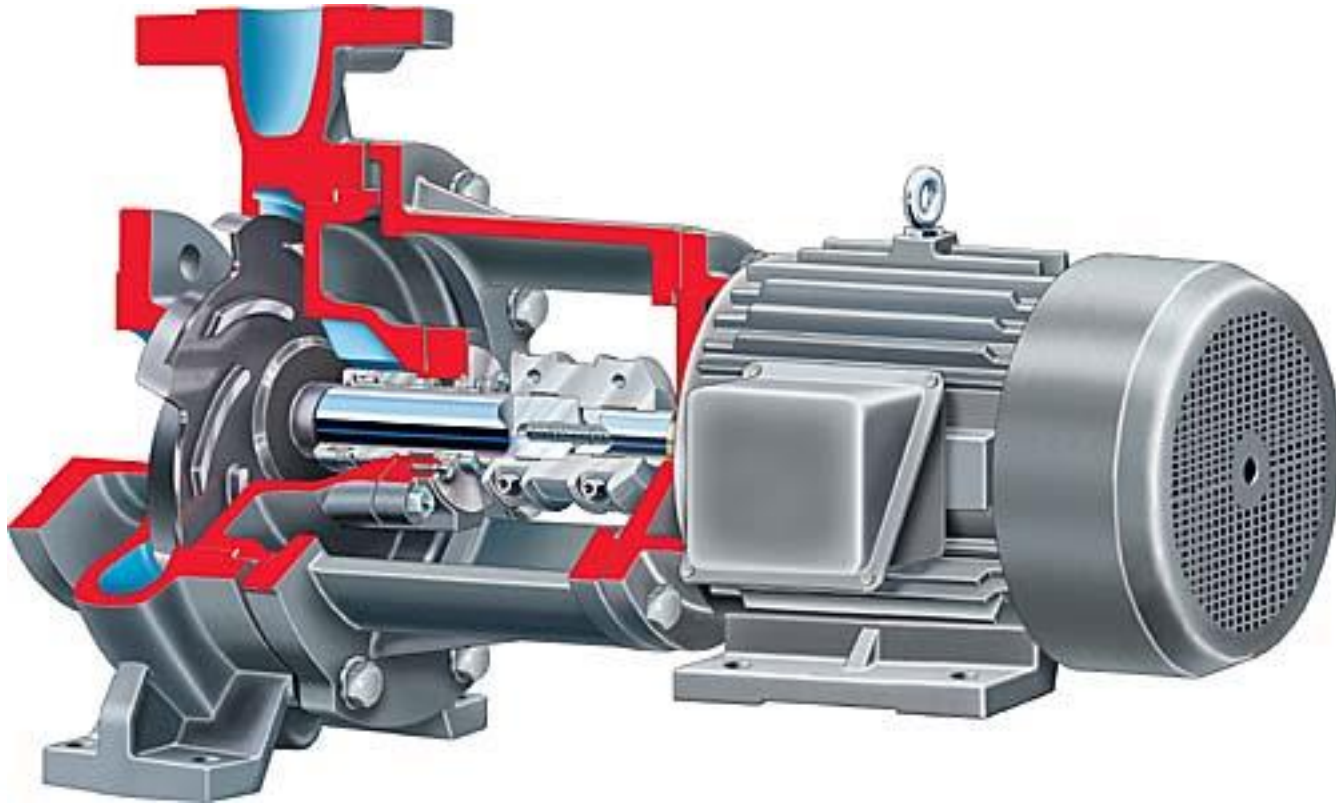
TURBOGEN TURBINES RANGE



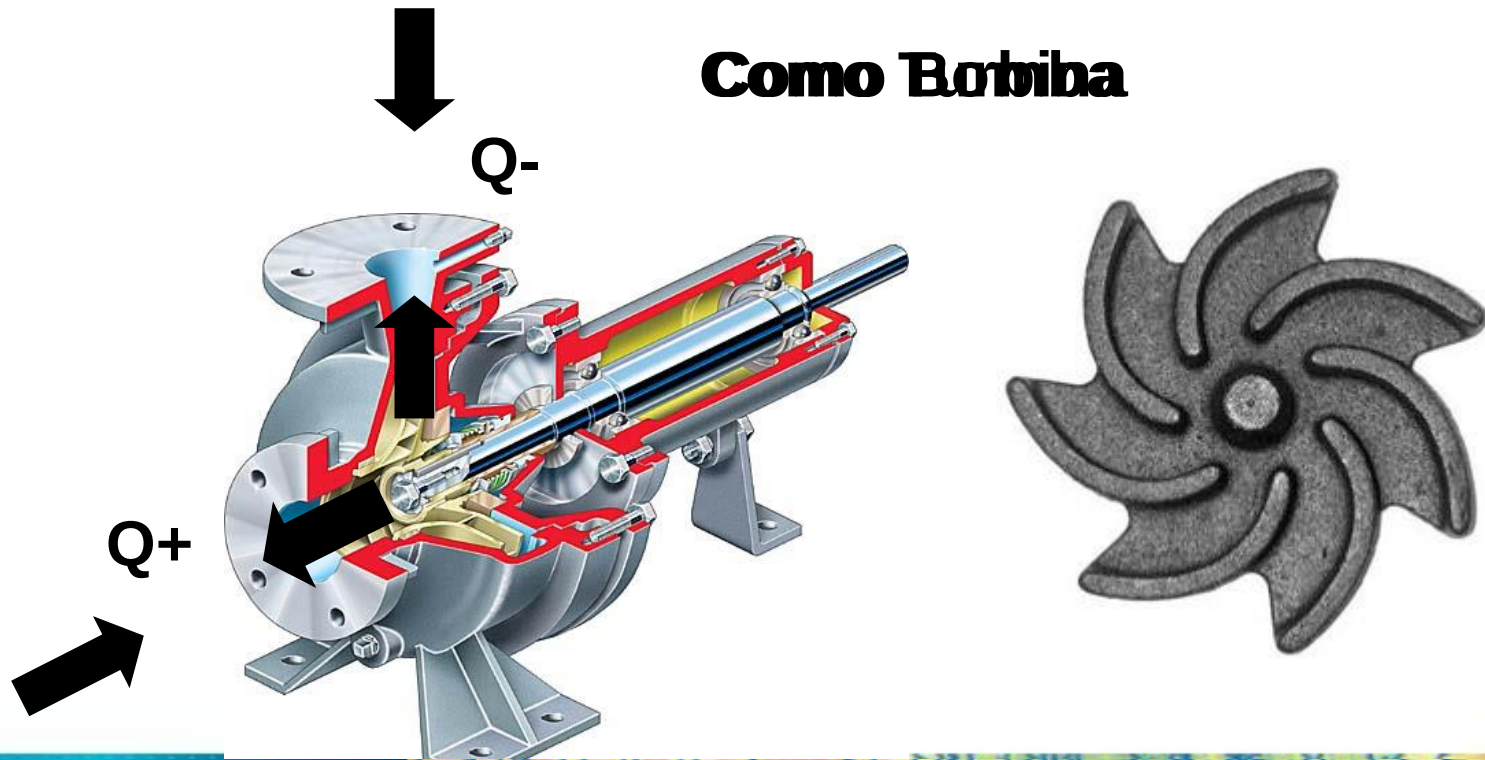
Dificultades de las microcentrales convencionales.

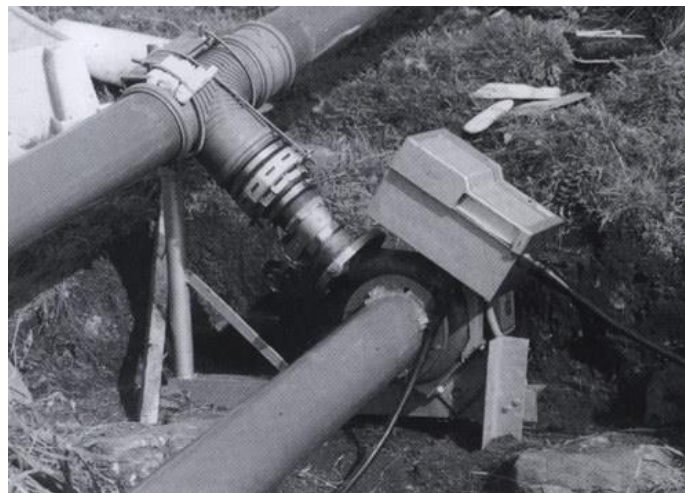
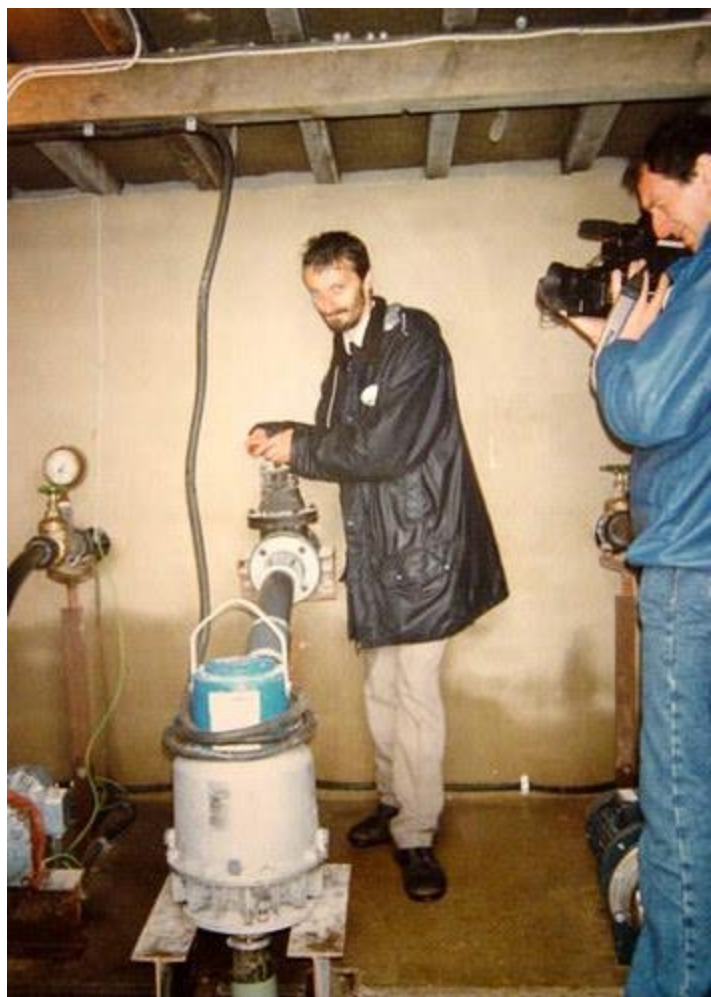
- La selección del primo motor esta condicionada a las características de altura y caudal, por ello la gama de equipos producidos en el mercado es reducida.
- Usualmente son equipos importados.

Micro CHE con Máquinas Reversibles



Bomba como Turbina





**RED
HIDRO**
Red Temática
Iberoamericana
de Hidroenergía
en Pequeña Escala



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

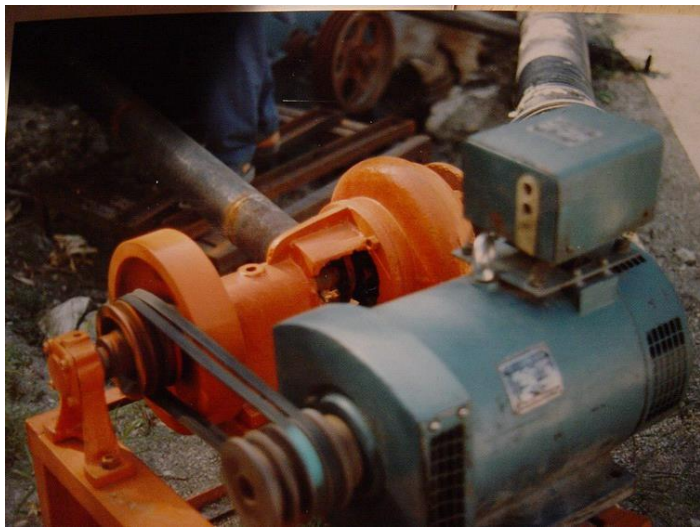
Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo



5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA



**Universidad
del Valle**



**RED
HIDRO**
Red Temática
Iberoamericana
de Hidroenergía
en Pequeña Escala



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo



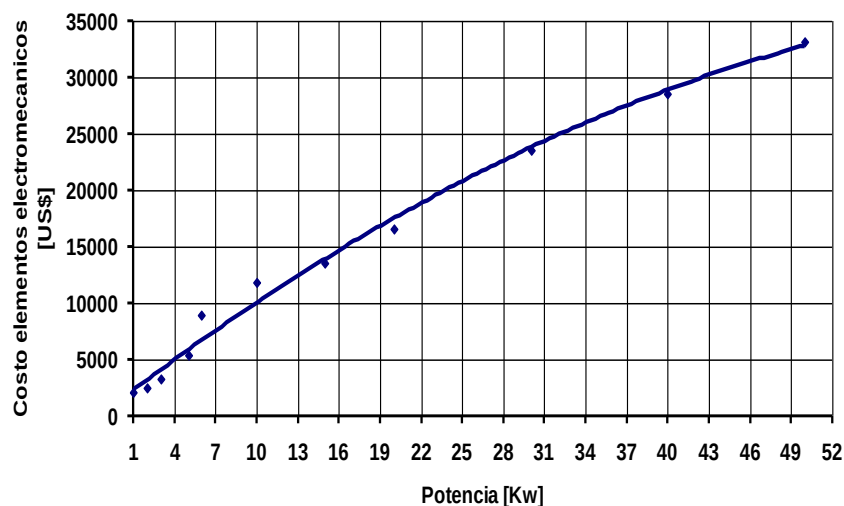
5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA



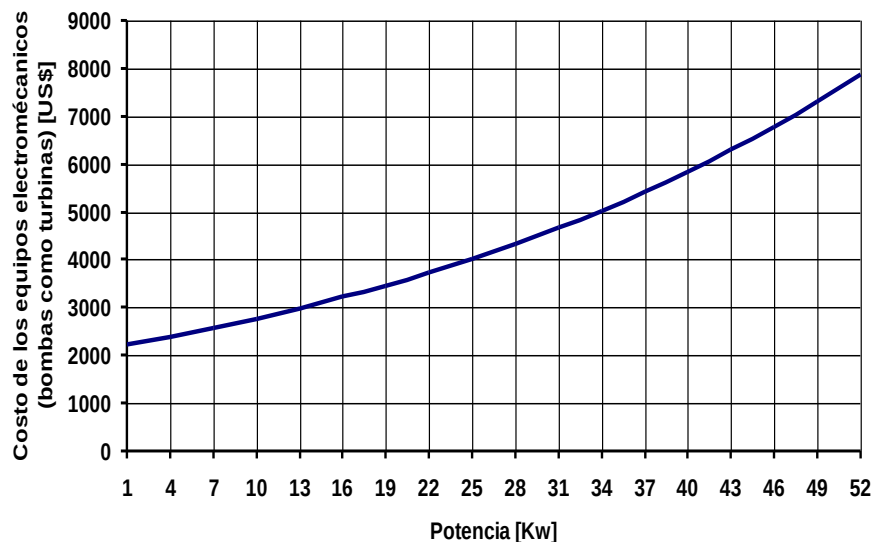
**Universidad
del Valle**

Costo de la turbina y el generador para una Micro CHE (Brasil).

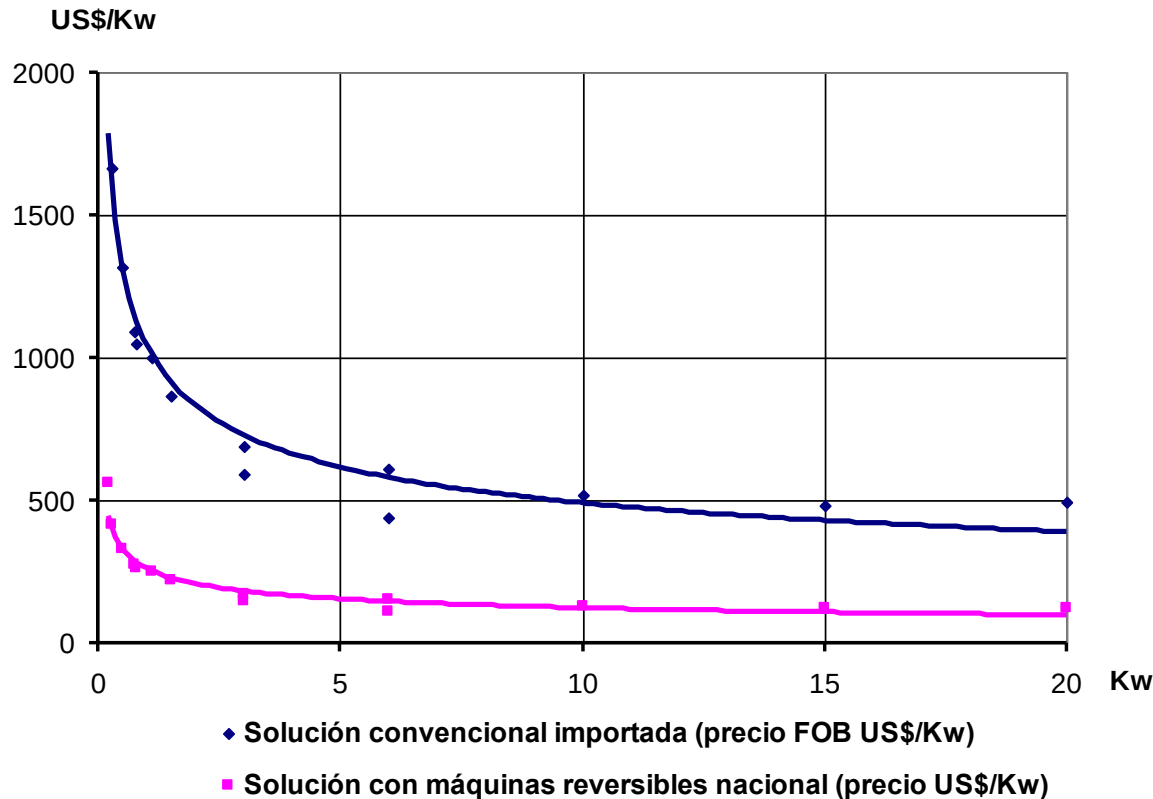
MCH convencional



MCH reversible



Costo de la turbina y el generador para una Micro CHE (Autor).



Fortalezas de las Máquinas Reversibles frente a Micro CHE convencionales.

- La gama de equipos producidos en el mercado para diferentes rangos de caudal y altura es elevada.
- Son equipos de producción nacional.
- Tienen un costo por kilovatio instalado menor que una solución convencional.

Método de selección de bombas como turbinas.

Métodos de selección de bombas como turbinas.

- Stephanoff
- Mc. Claskey
- Sharma- Williams
- BUTU
- MICI
- Audicio
- Mijailov
- Carvalo

Validación de los métodos

Condiciones del Laboratorio:

Caudal: 1100 Lts/m
Altura: 40 m

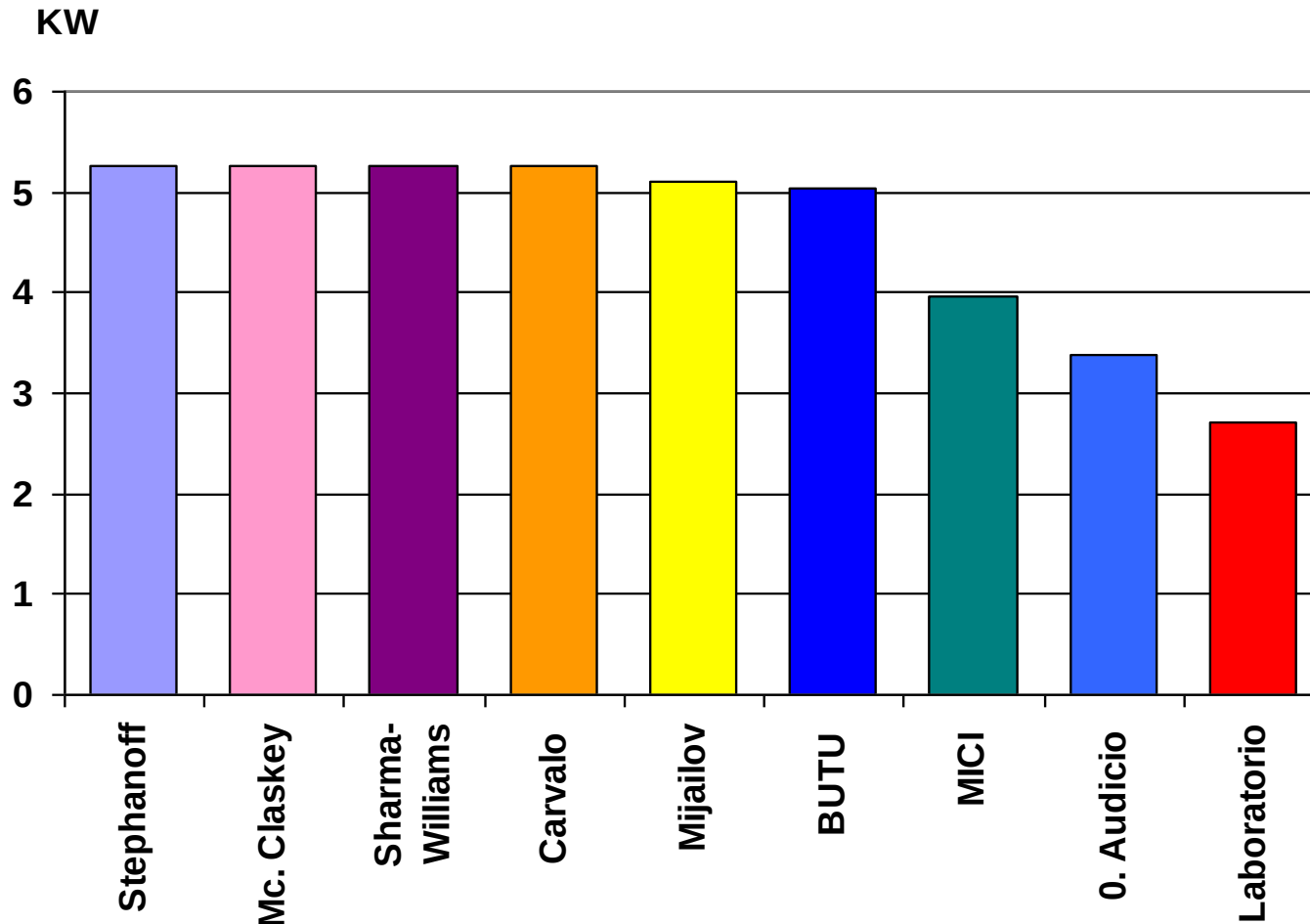
Bomba seleccionada:

Caudal: 605 Lts/m
Altura: 19 m
Eficiencia: 73 %
Velocidad: 1750 RPM

Validación de los métodos

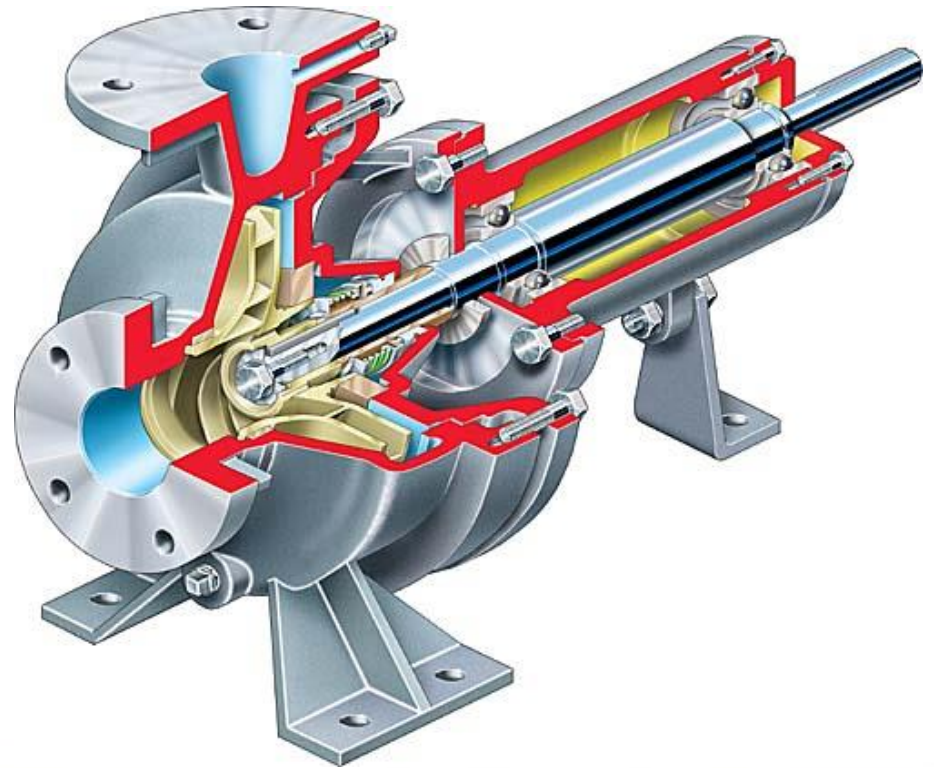


Resultados esperados y obtenidos en el Laboratorio.

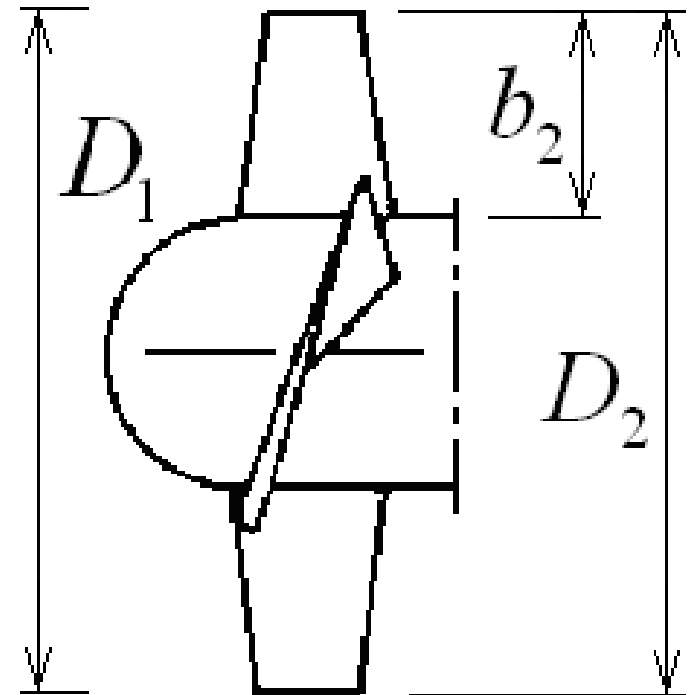
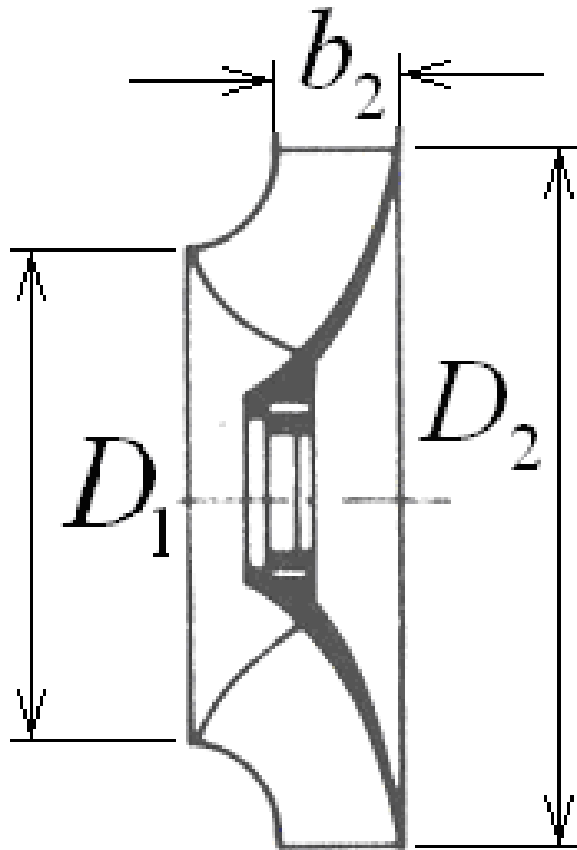


Hipótesis

La relación entre los diámetros de succión y descarga son definitivos.



Hipótesis



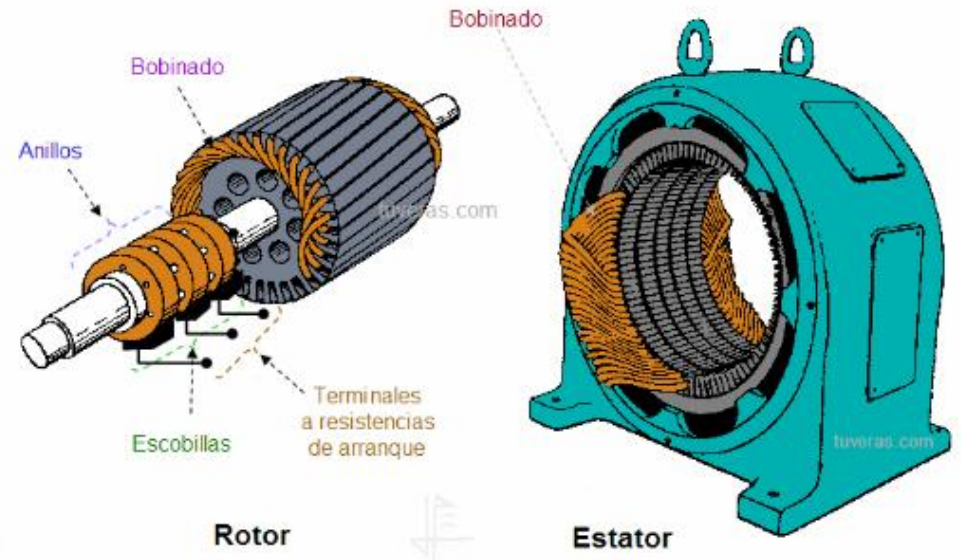
Conclusiones

- Las Micro CHE a partir de máquinas reversibles son una alternativa económica, para suplir la necesidad de energía eléctrica en regiones aisladas, a pesar de no contar con una eficiencia elevada,
- Los métodos propuestos para seleccionar una Bomba, indican un funcionamiento aproximado.
- Con base en los resultados obtenidos podemos afirmar que es importante tener en cuenta los diámetros de succión y descarga, con el fin de obtener una mejor selección.

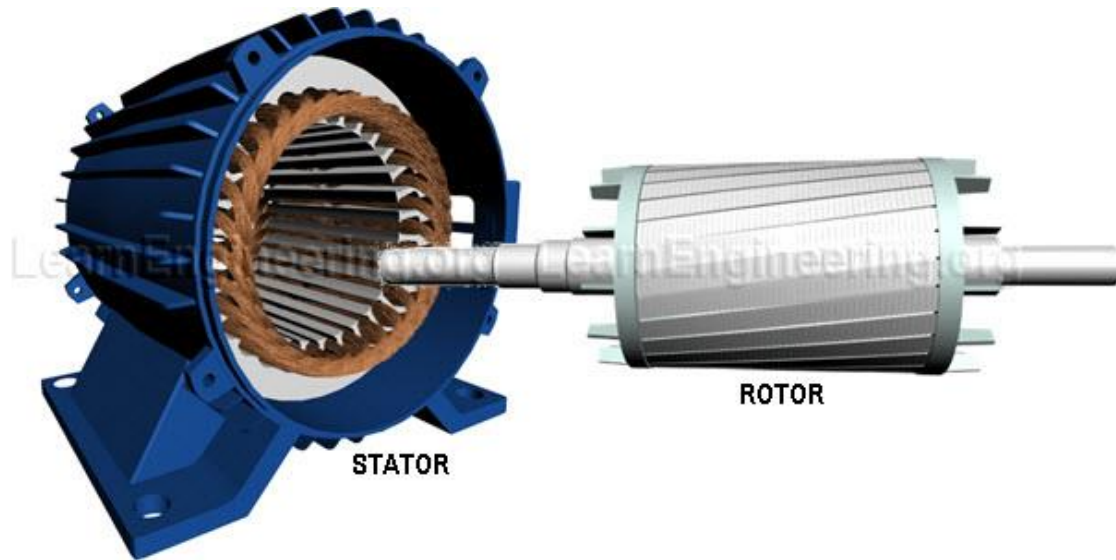
Aporte al mejoramiento empresarial

- Disponer de una solución tecnología ecológicamente racional de bajo costo.
- Un nuevo campo de aplicación de las bombas hidráulicas.
- Un método definitivo para la masificación de las bombas como turbinas, se obtiene como resultado de la sinergia entre la investigación académica y las entidades del sector.

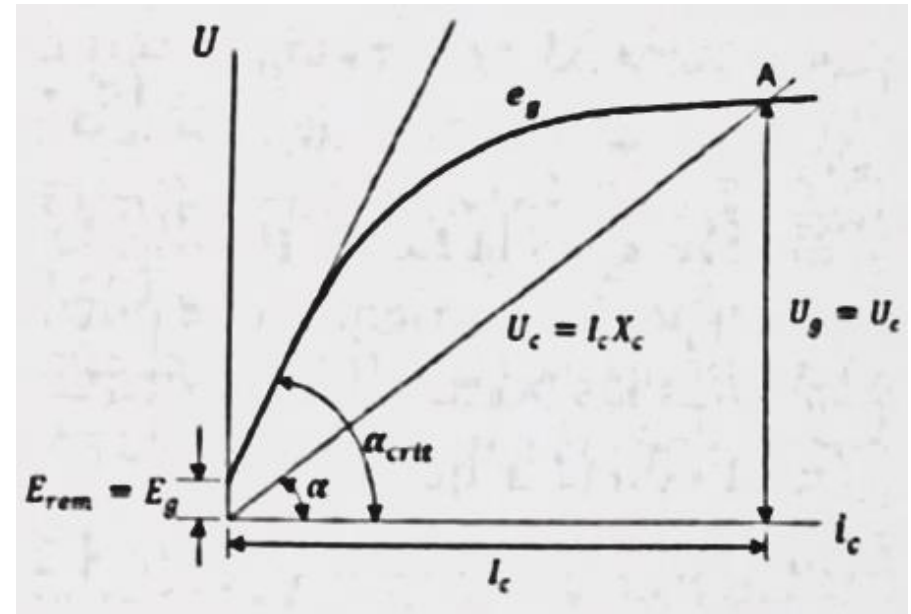
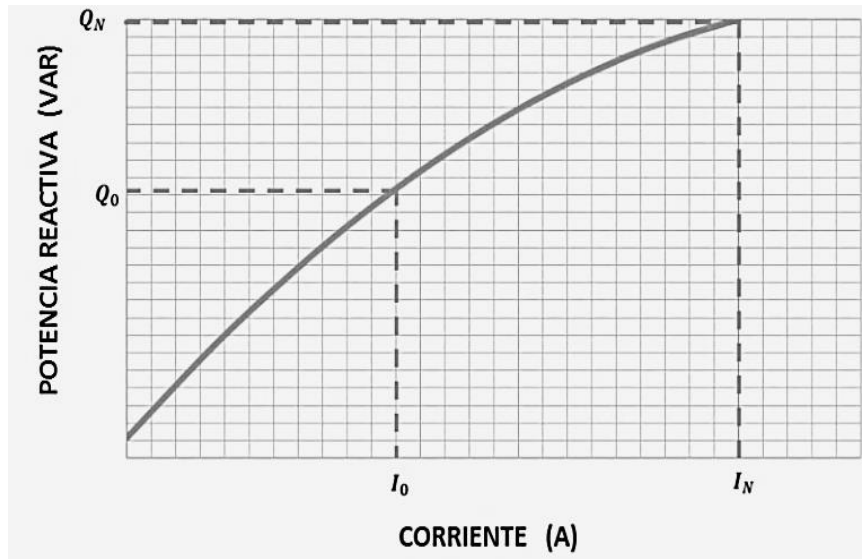
1. Teoría de funcionamiento de un generador Síncrono.



2. Teoría de funcionamiento de un generador Asíncrono.



2. Curvas de generación.



2. Casos de estudio.

	Tipo de Motor.
Caso 1	Monofásico.
Caso 2	Bifásico.
Caso 3	Trifásico.

Motor Monofásico Asíncrono como Generador:



Conclusiones de las pruebas:

- Baja eficiencia.
- Muchas pérdidas térmicas.

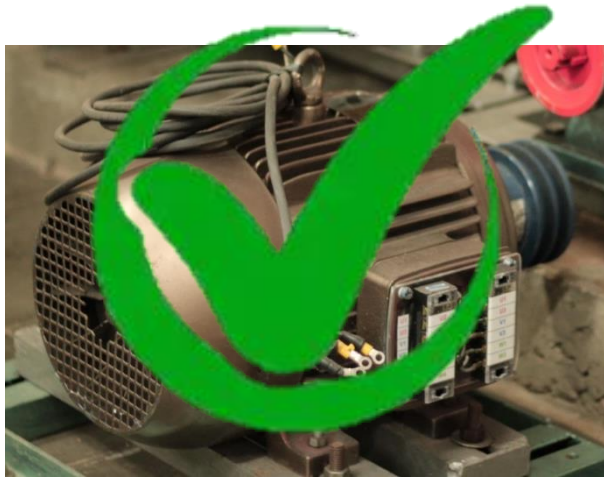
Motor Trifásico Asíncrono Como Generador Monofásico C-2-C:



Conclusiones de las pruebas:

- Baja eficiencia.
- Muchas pérdidas térmicas.
- Un funcionamiento un poco mas optimo.

Motor Trifásico Asíncrono Como Generador:



Conclusiones de las pruebas:

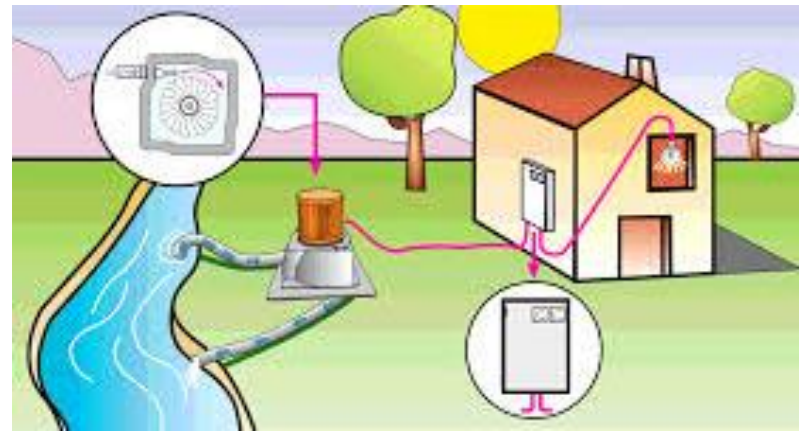
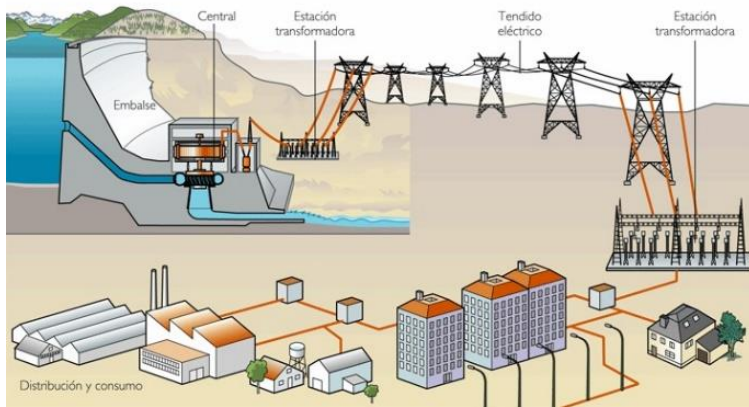
- Excelente rendimiento.
- Estable al desbalance de cargas.
- Estable ante un corto circuito.
- Varias posibilidades de conexión.
- Varios niveles de tensión.

Mitos del generador asíncrono:

- Se dice que los motores asíncronos jaula de ardilla no pueden generar energía reactiva.
- Se dice que los generadores en modo isla no pueden generar la energía necesaria para mover una carga inductiva (Motor).

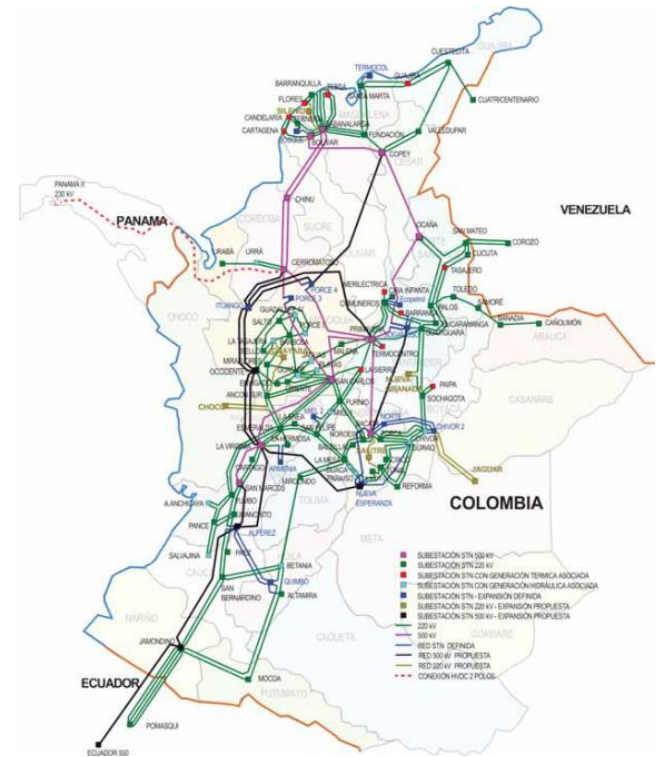
Escenarios de funcionamiento:

- Interconectado (SIN).
- Aislado (ZNI).



Generador asíncrono Interconectado (SIN).

- Ventajas:
- No requiere sin cronoscopio.
- No requiere Relé de potencia inversa.
- Estable al Corto Circuito.
- Estable al desbalance.
- La energía reactiva necesaria la proporciona la **RED**.



Generador asíncrono Aislado (ZNI).

- No requiere sin cronoscopio.
- No requiere Relé de potencia inversa.
- Estable al Corto Circuito.
- Estable al desbalance.
- La energía reactiva necesaria la proporciona el banco de **condensadores**.

IPSE
Instituto de Planificación y Promoción
de Soluciones Energéticas para las
Zonas No Interconectadas

Contexto ZNI



- ✓ 51 % Territorio Nacional
- ✓ 18 Departamentos
- ✓ 5 Capitales Departamentales
- ✓ 36 Cabeceras Municipales
- ✓ 95 Municipios
- ✓ 1.798 Localidades
- ✓ 209.204 usuarios atendidos
- ✓ 94 Entes prestadores
- ✓ 227.439 kW de Capacidad Operativa (*).
- ✓ 6.787 kW Instalados en Energías Renovables (*).
- ✓ 96 % de Cobertura en prestación de servicio de energía eléctrica.

(*) En actualización.

CNM – Estadísticas 2018



RED HIDRO
Red Temática
Iberoamericana
de Hidroenergía
en Pequeña Escala



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

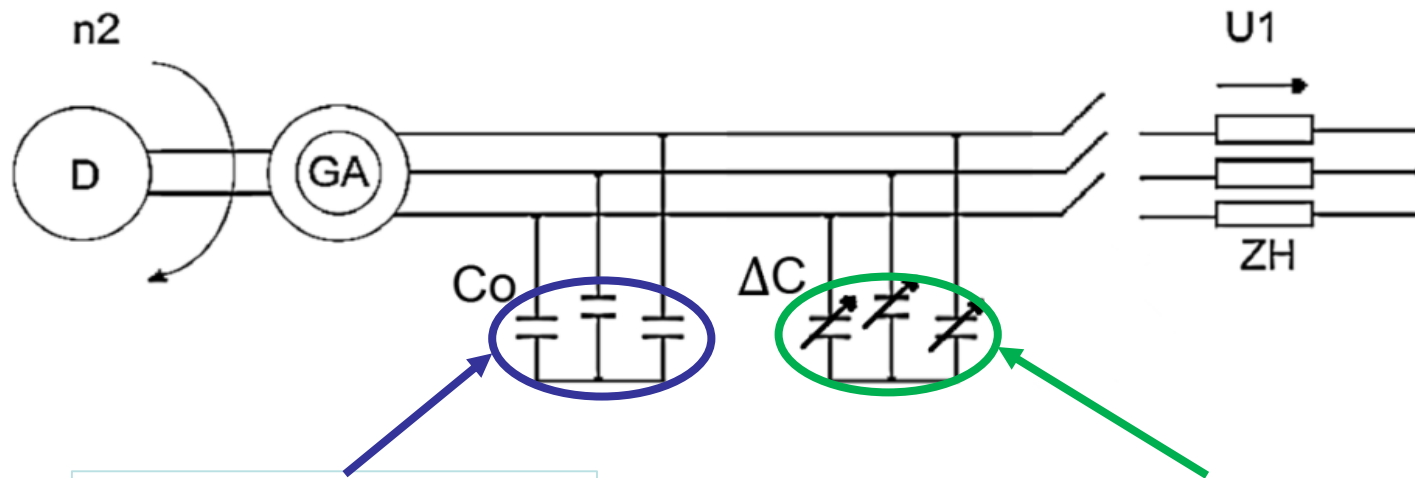
Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo



5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA



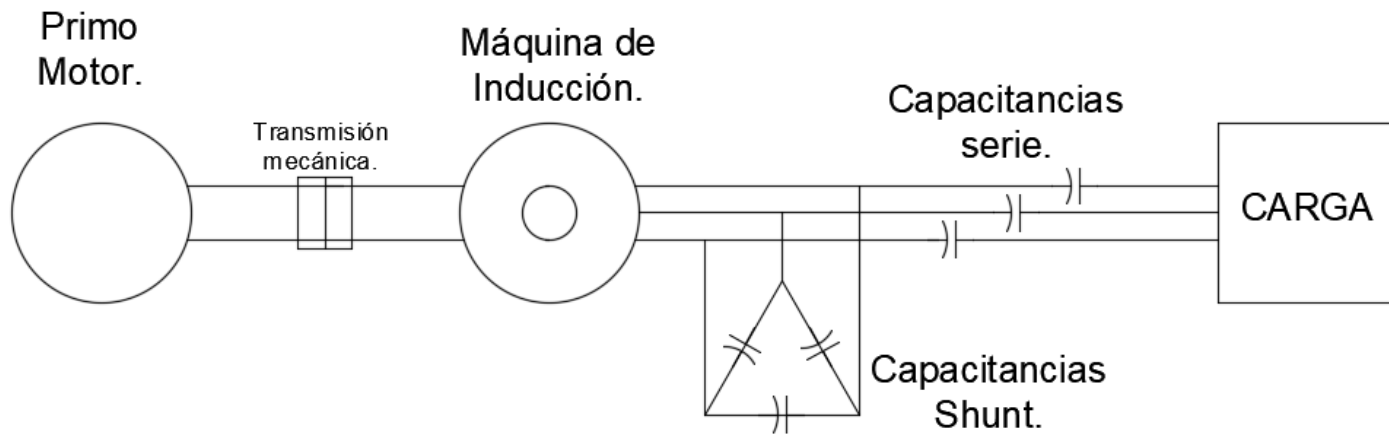
Proceso de Generación asíncrona (auto excitado y regulado Manualmente).



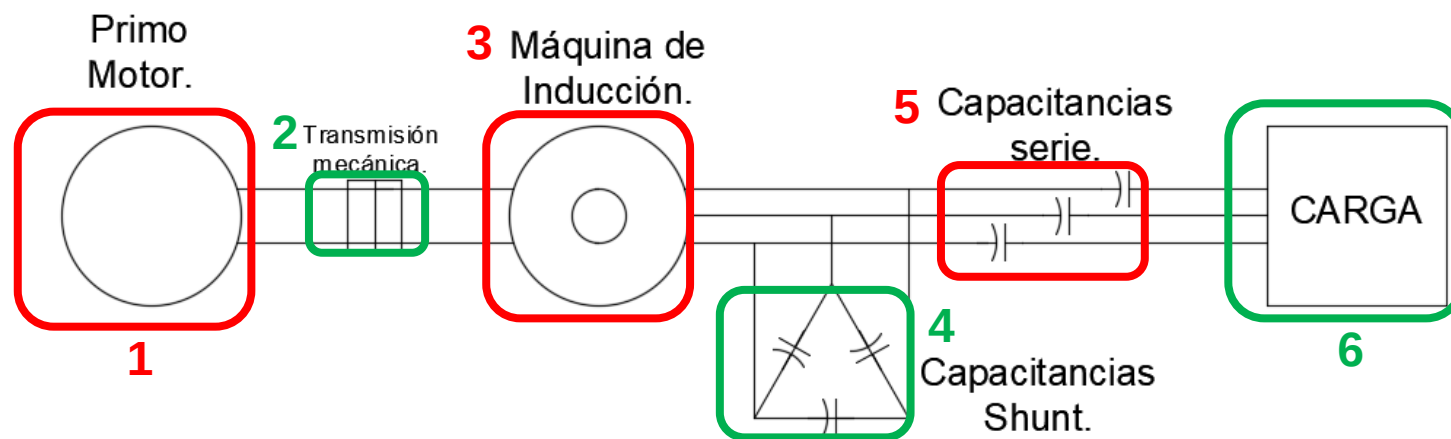
Condensadores para
la excitación en
vacío.

Condensadores variables
para la excitación bajo
carga.

Generador asíncrono (auto excitado y **Autorregulado**).



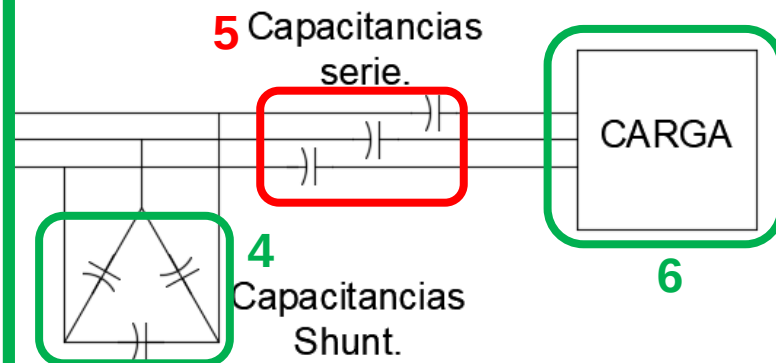
Conexión de un generador asíncrono auto excitado y autorregulado en configuración Short-Shunt [9 y 10].



Los resultados analíticos y experimentales, indican que el valor de la capacitancia en vacío es función de la potencia nominal de la máquina de la siguiente forma:

$$C_{sh} = 11,046 \cdot P + 8,09$$

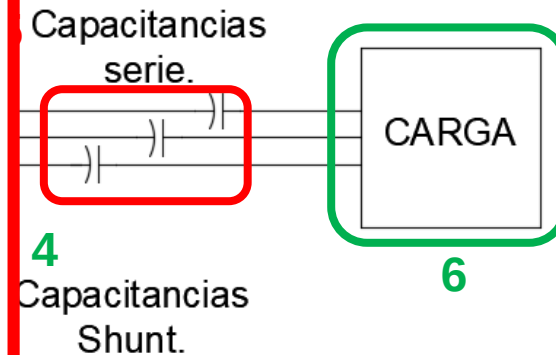
Donde C_{sh} es el condensador requerido en μF por fase para un banco conectado en Δ y P es la potencia activa nominal trifásica de cada motor en kW.



De igual forma estos resultados permiten establecer una relación entre los valores de capacitancia shunt C_{SH} y serie C_{se} en función de la potencia del motor para las condiciones previamente establecidas de la siguiente forma:

$$C_{se} = 11,07 \cdot P^{-0,243} \cdot C_{SH}$$

Donde P es la potencia activa nominal trifásica de cada motor en kW y C_{SH} es el valor de la capacitancia shunt requerida en vacío en μF



Sistemas de Generación del Laboratorio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Univalle. Grupo de investigación SHG.



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

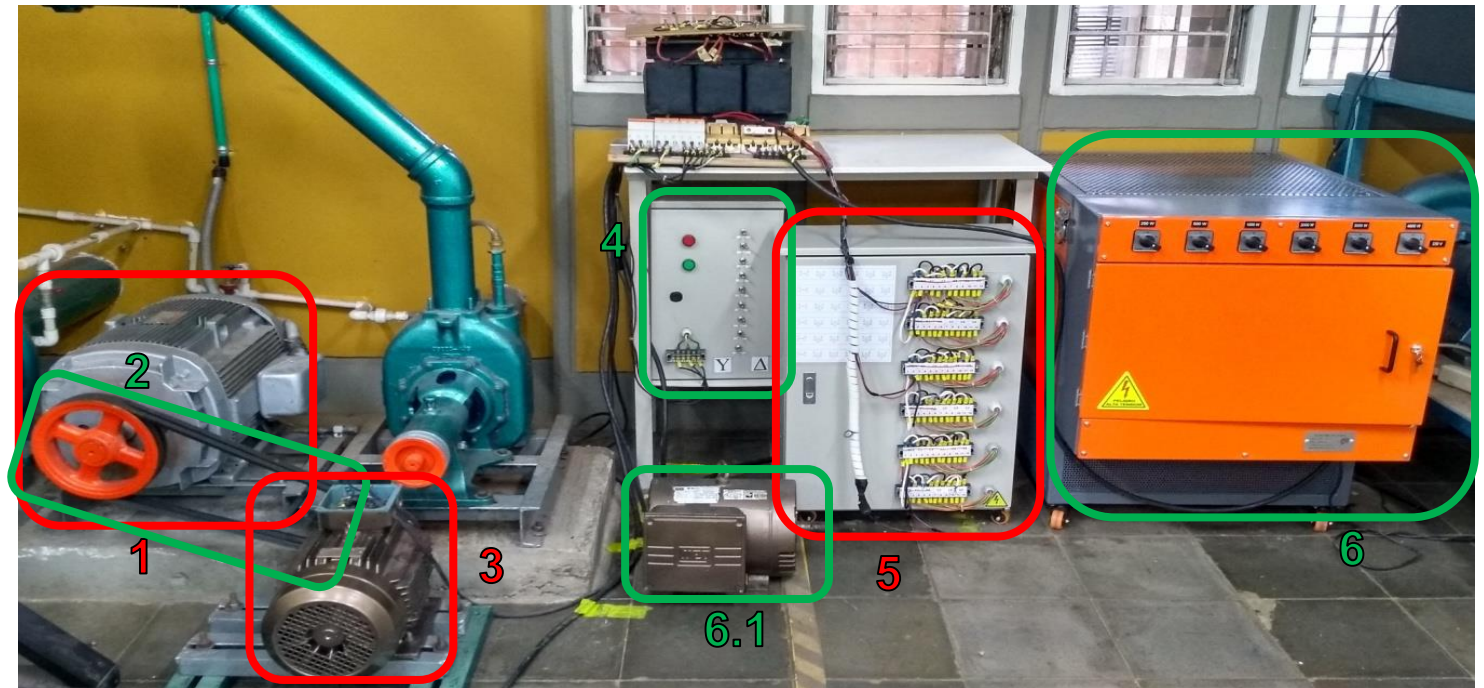
Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo



**Universidad
del Valle**

5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA

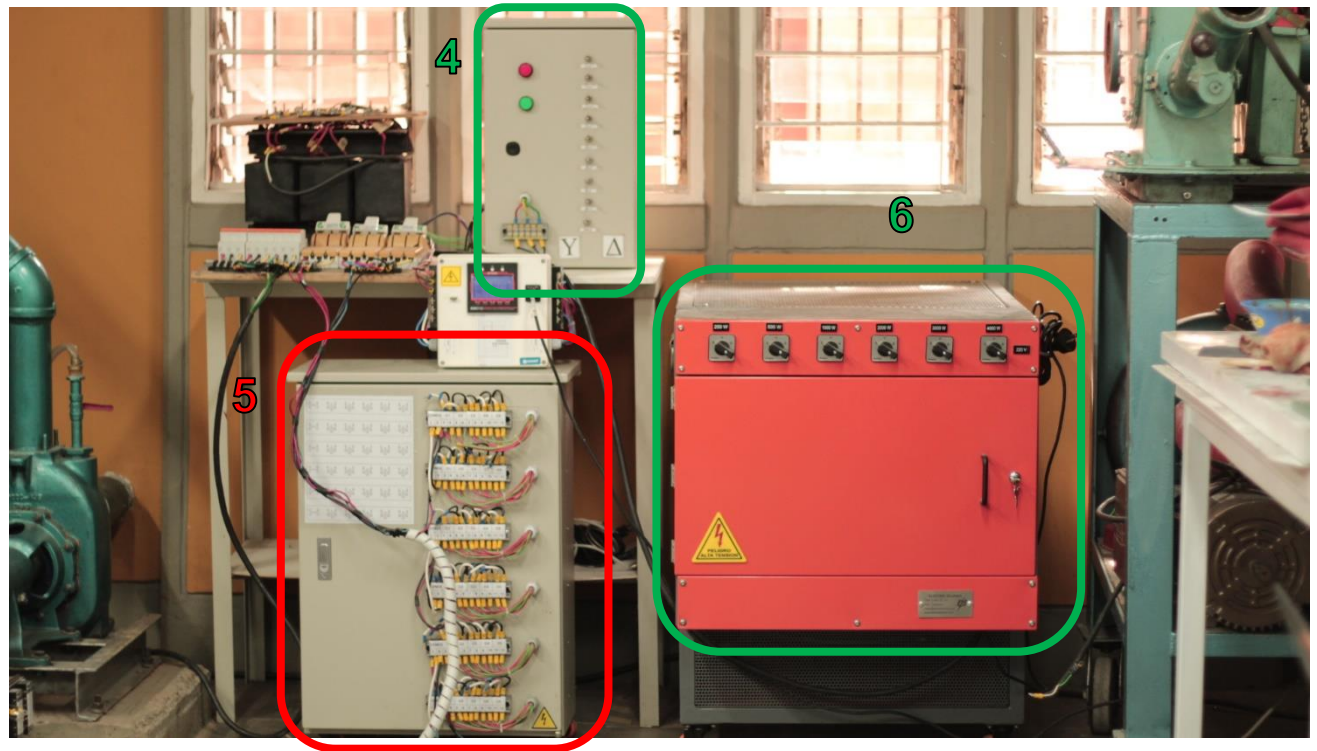
Primer Sistema



Segundo Sistema



Segundo Sistema



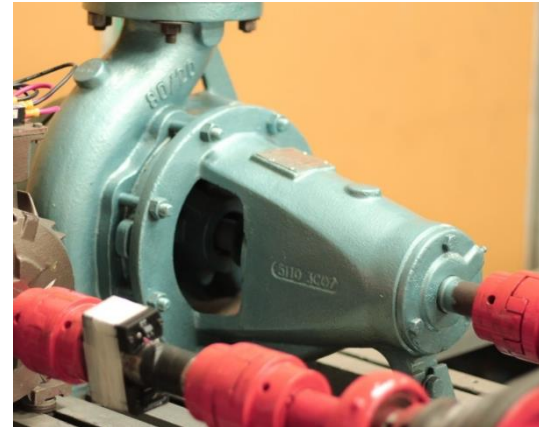
1. PRIMO MOTOR:

Motor General Electric.



O

Bomba Como Turbina.



2. Transmisión mecánica:

Transmisión Fija.



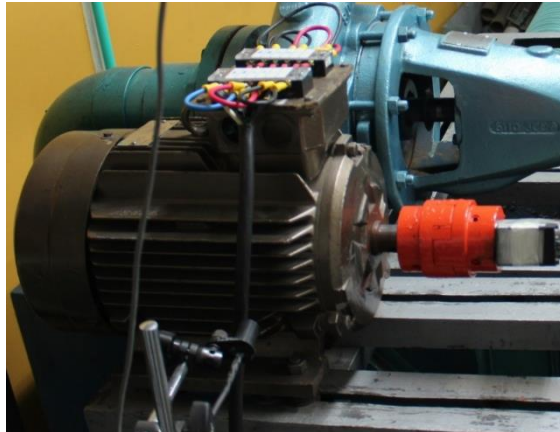
O

Transmisión Variable.



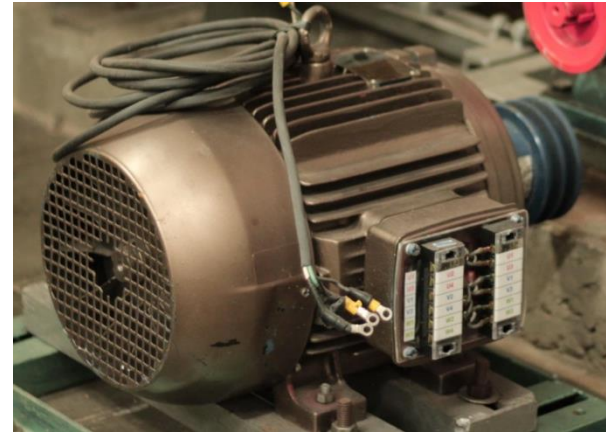
3. Generador Asíncrono:

Generador ABB.



O

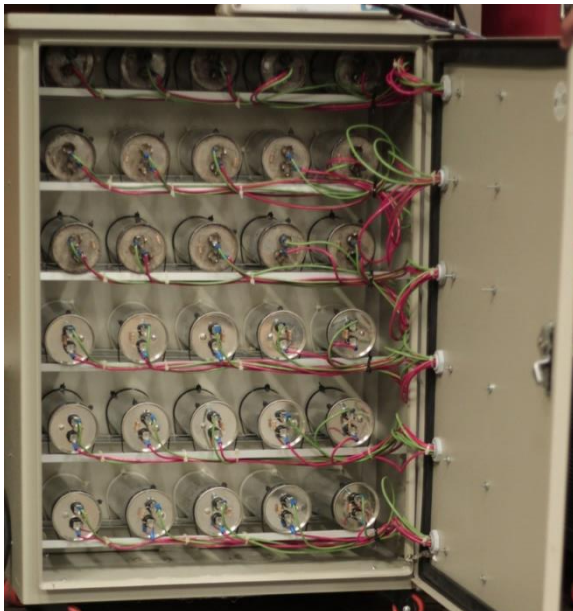
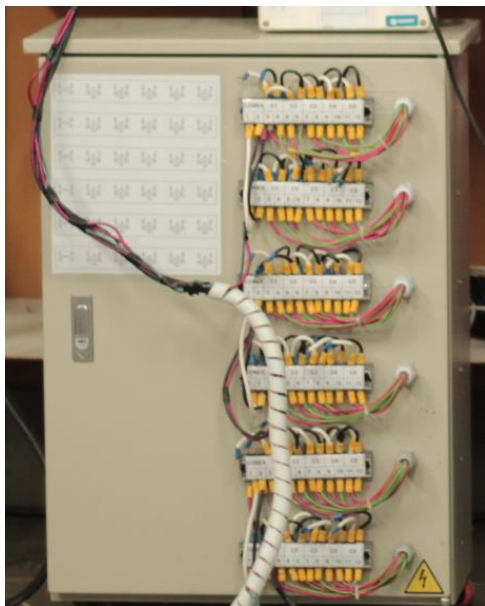
Generador WEG.



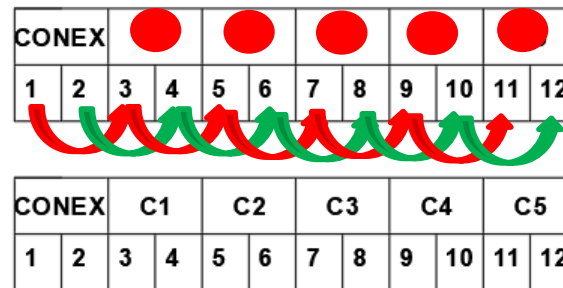
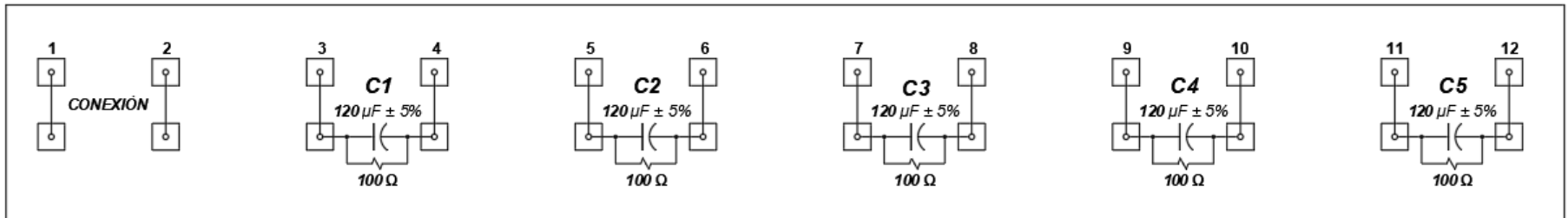
4. Capacitores Shunt:



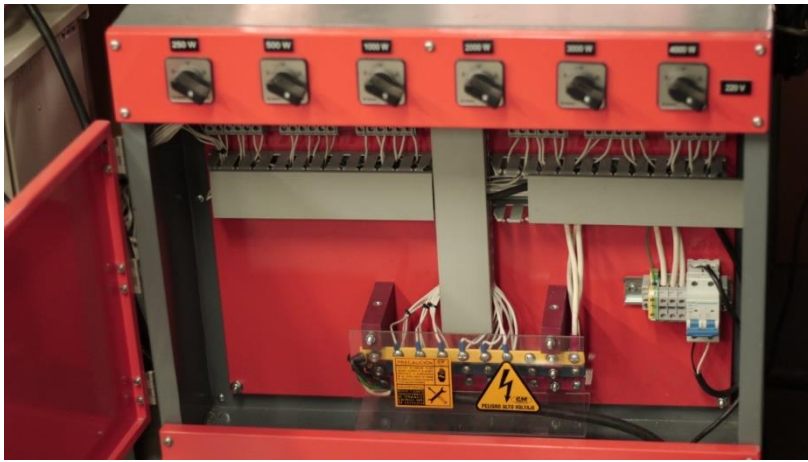
5. Capacitores Serie:



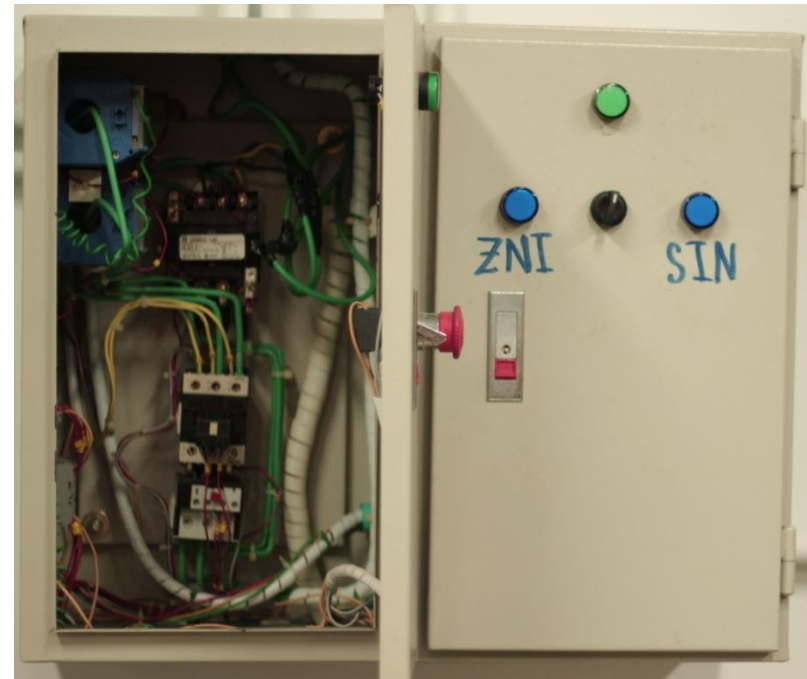
5. Capacitores Serie:



6. Carga Resistiva: 6.1 Carga Inductiva:



Equipos de medición y control:







**RED
HIDRO**
Red Temática
Iberoamericana
de Hidroenergía
en Pequeña Escala



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo





**Universidad
del Valle**

5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA

4.1. Métodos para determinar los Capacitores Shunt:

Directos:

- Parámetros nominales del Motor.
- Conexión a la RED.
- Conexión a una fuente externa de reactivos [1]

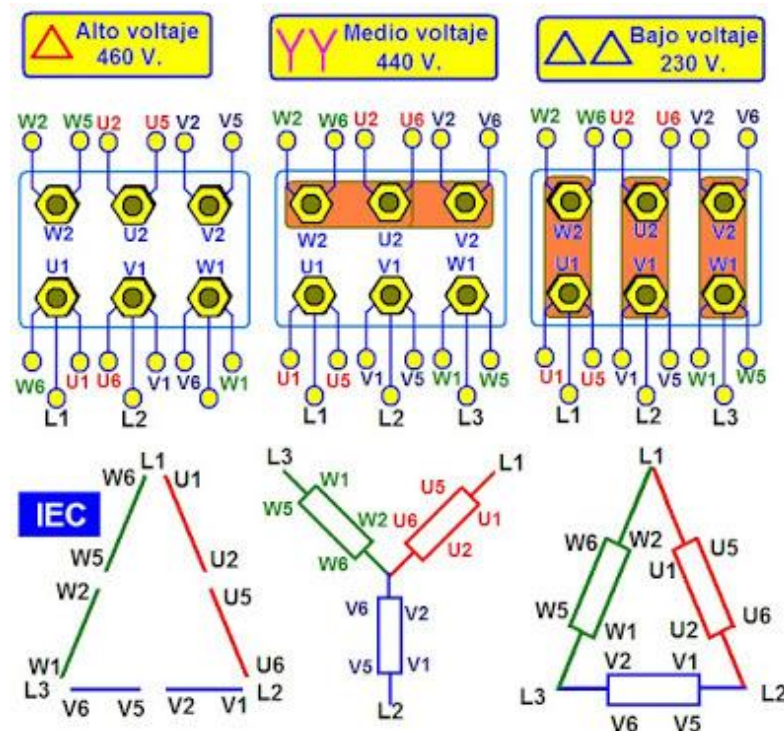
Analíticos:

- Según Jabri y Alolah.
- Según Kumar, Kumaresan y Karthigaivel.
- Según Malik y Mazi.
- Según Vázquez. [1]

4. Posibles conexiones del generador asíncrono:

W1
W5
U1
U5
V1
V5

W2
W6
U2
U6
V2
V6

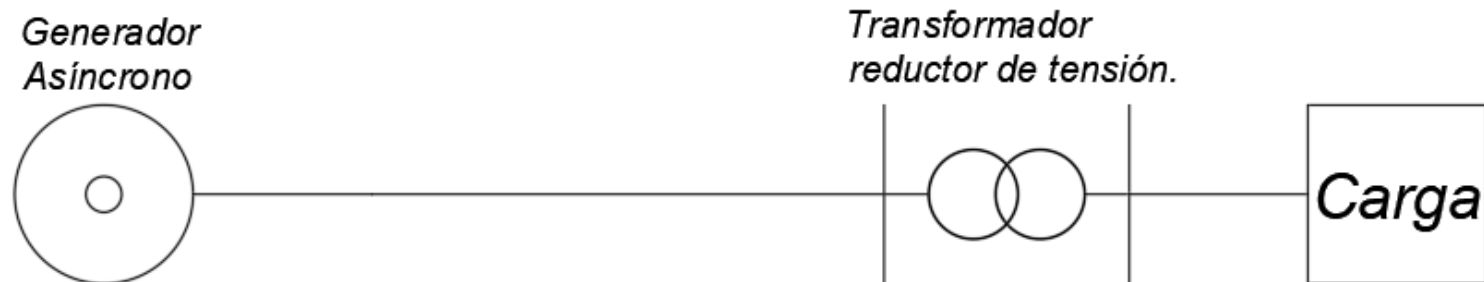


Ventajas de generar a diferentes niveles de tensión:



Sistema de generación a baja tensión (220 V).

Ventajas de generar a diferentes niveles de tensión:



Sistema de generación a media-baja tensión (700 V).

VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS PARA DETERMINAR LA POTENCIA REACTIVA REQUERIDA POR UN GENERADOR ASÍNCRONO AUTO EXCITADO Y AUTO REGULADO.



**RED
HIDRO**
Red Temática
Iberoamericana
de Hidroenergía
en Pequeña Escala



Universidad
del Valle

Programa de Ingeniería eléctrica.



MEDIO AMBIENTE
SUBSECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE FORTALECIMIENTO DEL AGUA

Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo



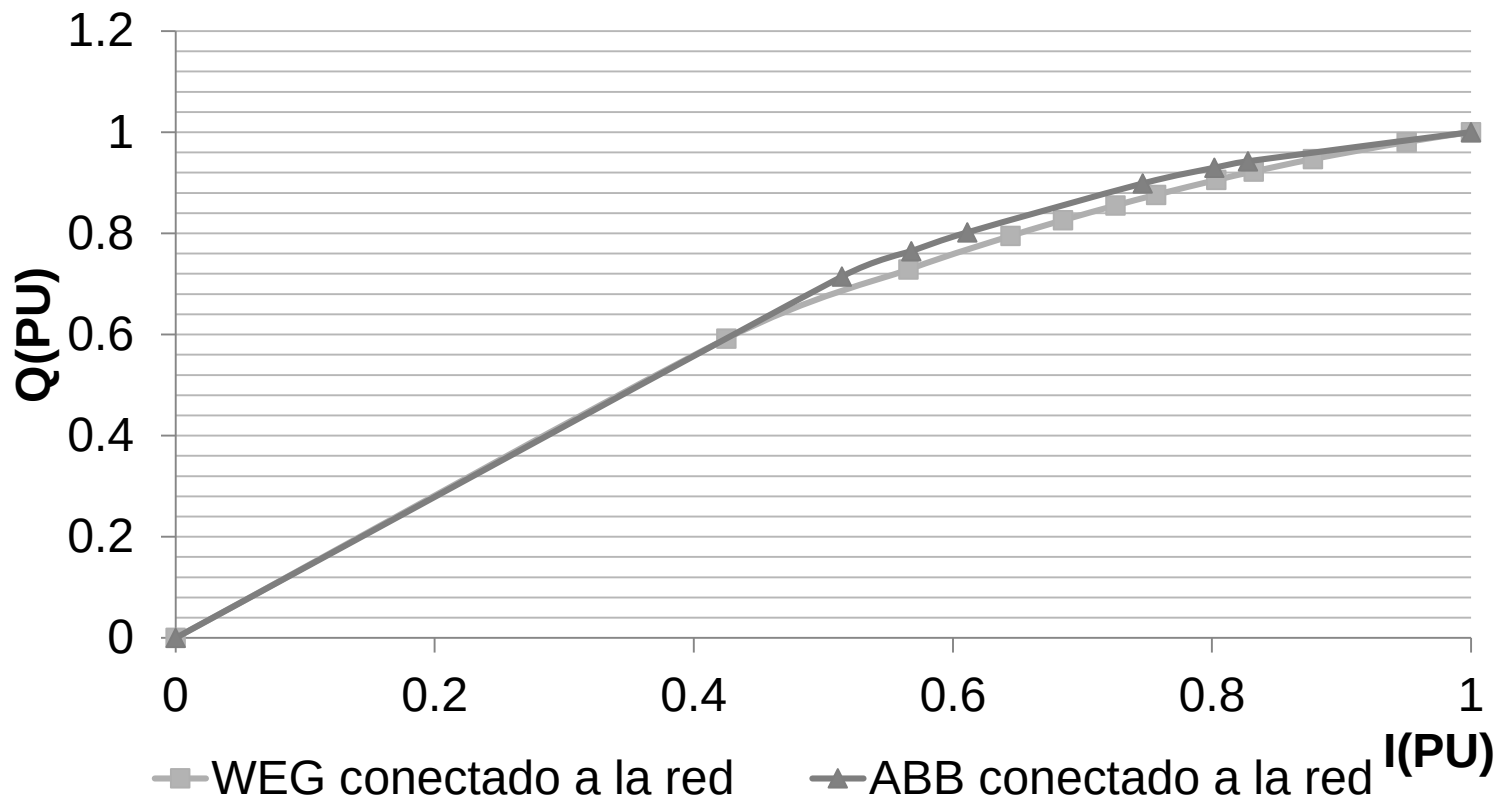
CYTED



Universidad
del Valle

5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA

Comportamiento de la potencia reactiva en función de la corriente en PU con prueba de conexión a la red

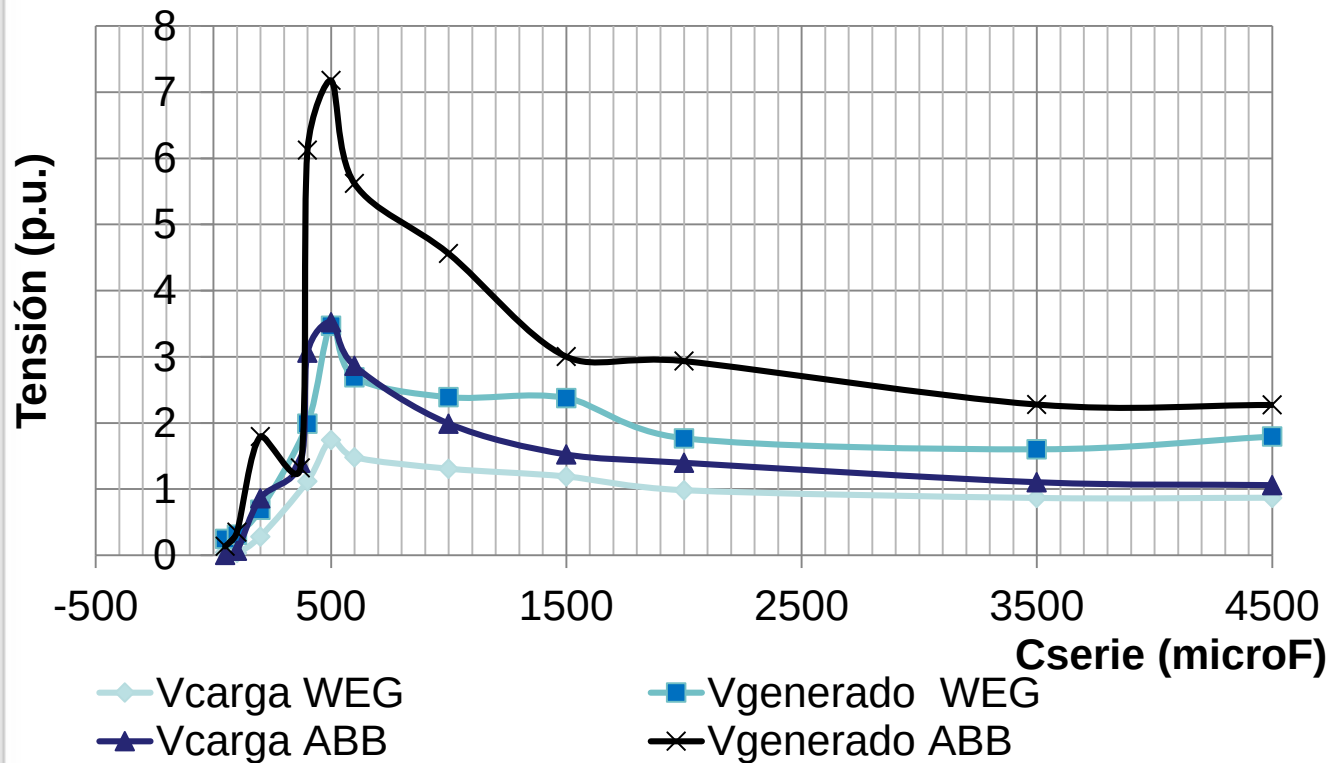


Motor	P (kW)	FP	U (Volts)	I máx (A)	n (RPM)	Fases/ Devanados/ Conexión/ Clase
ABB	5,5	0,84	220/ 440	20,4/ 10,2	1730	3/6/(YY)/A
WEG	7,4	0,83	220/ 440	26,6/ 13,3	1730	3/6/(ΔΔ)/A

Datos de placa de los motores utilizados en el laboratorio.

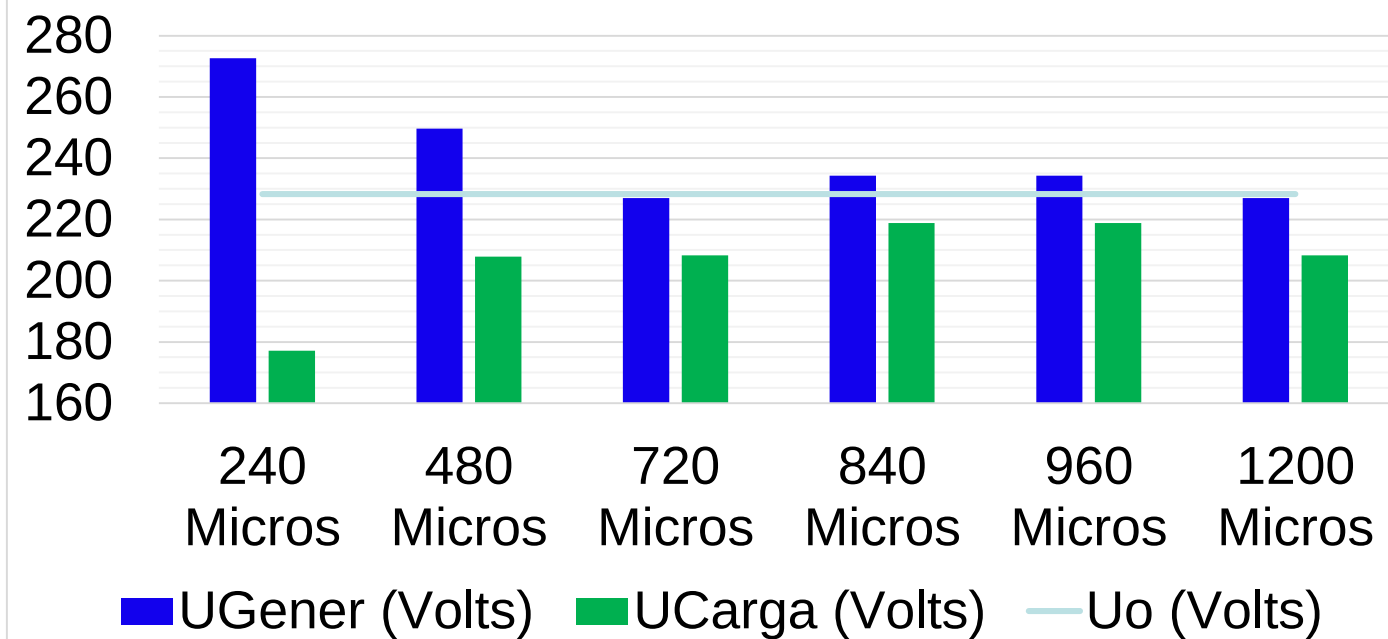
MÉTODO		MOTOR	Co (uF)	Cnom (uF)	Qo (VAR)	Qnom (VAR)
Generador asíncrono conectado a la red		WEG	77,2	118,4	4226,3	6482,4
		ABB	66,0	98,1	3612,8	5368,9
Requieren pruebas de vacío y cortocircuito	Diagrama circular (régimen de generador) [1].	WEG	91,3	112,5	4997,8	6159,8
		ABB	71,6	87,7	3920,1	4802,4
	Murthy, Nagamani y Satynarayana [2].	WEG	77,0	114,9	4214,9	6290,9
		ABB	71,0	106,0	3886,5	5800,7
	Al Jabri y Alolah [3].	WEG	88,0	131,3	4817,0	7189,6
		ABB	69,0	103,0	3777,0	5637,3
	Kumar, Kumaresan y Karthigaivel [4].	WEG	91,0	135,8	4981,3	7434,7
		ABB	71,0	106,0	3886,5	5800,7
	Malik y Mazi [5].	WEG	91,0	135,8	4981,3	7434,7
		ABB	71,0	106,0	3886,5	5800,7
Vásquez (A partir de la curva de magnetización) [6].		WEG	89,0	132,8	4871,8	7271,3
		ABB	68,0	101,5	3722,3	5555,6

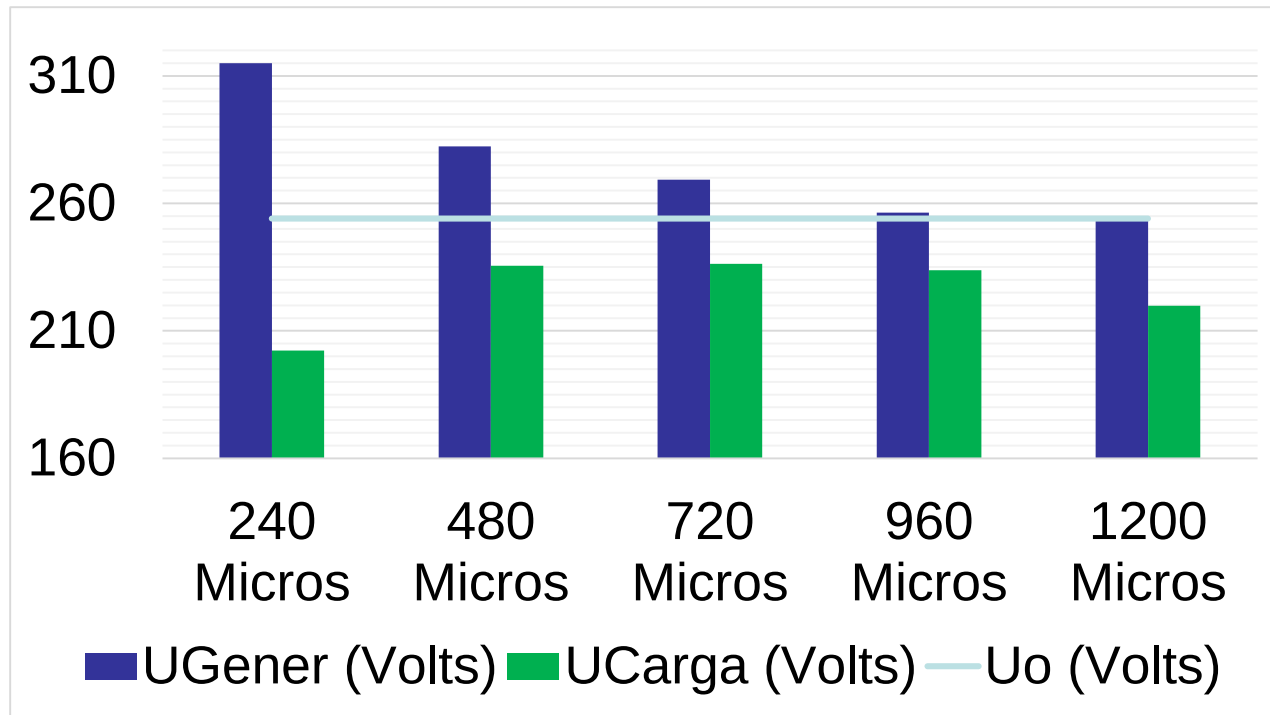
Cálculo del capacitor de excitación vacío y con carga conectados en Δ para el generador asíncrono auto excitado.



Resultado del proceso iterativo para selección del capacitor serie de un generador asíncrono auto excitado y autorregulado Short-Shunt del motor WEG y ABB

Tensión de bornes del generador y en la carga para el generador ABB, con un capacitor de excitación de 74 micros y para varios de capacitor serie, conectado para una tensión nominal de 220 Volts. Conexión YY.

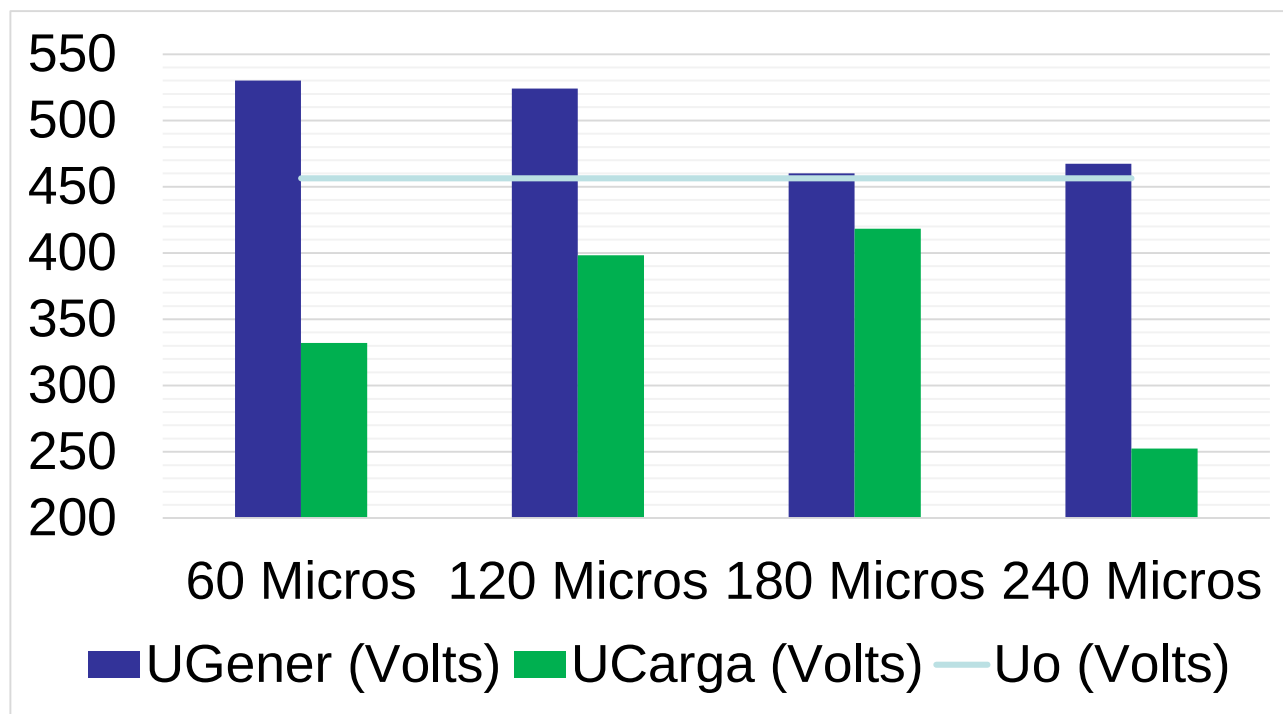


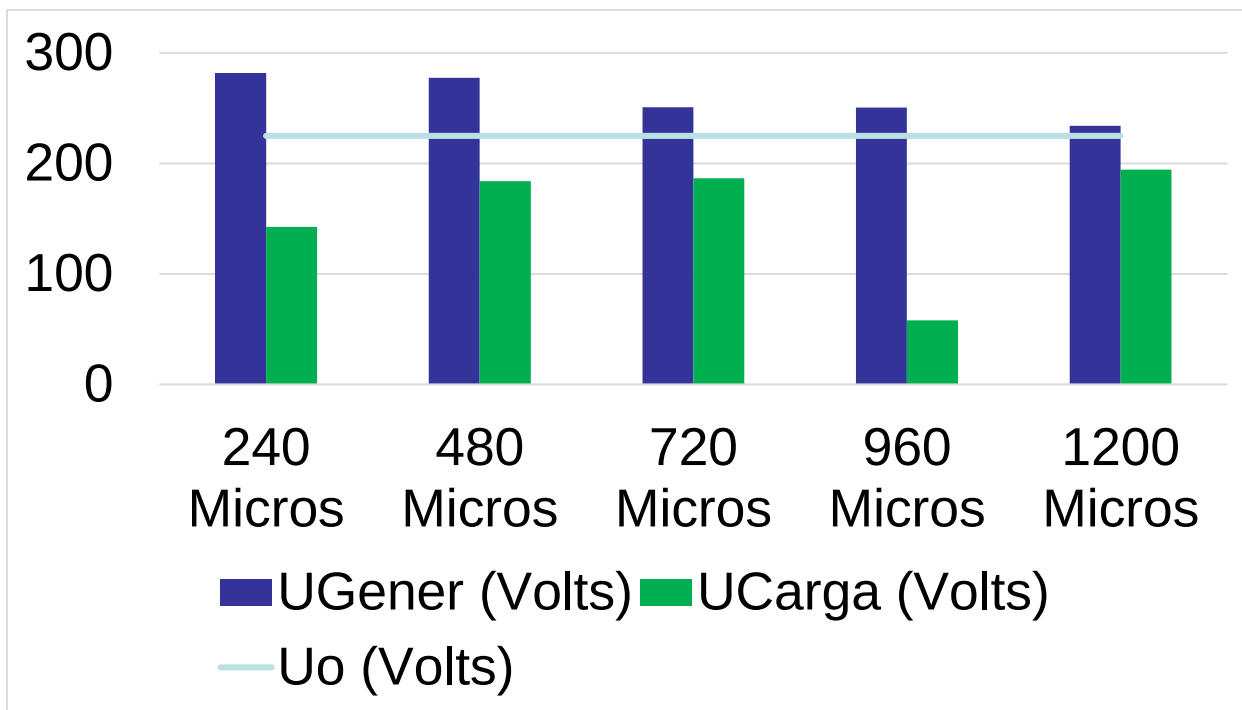


Tensión de bornes del generador y en la carga para el generador ABB, con un capacitor de excitación de 52 micros y para varios de capacitor serie, conectado para una tensión nominal de 250 Volts.

Conexión Δ .

Tensión de bornes del generador y en la carga para el generador ABB, con un capacitor de excitación de 54 micros y para varios de capacitor serie, conectado para una tensión nominal de 440 Volts. Conexión Y.

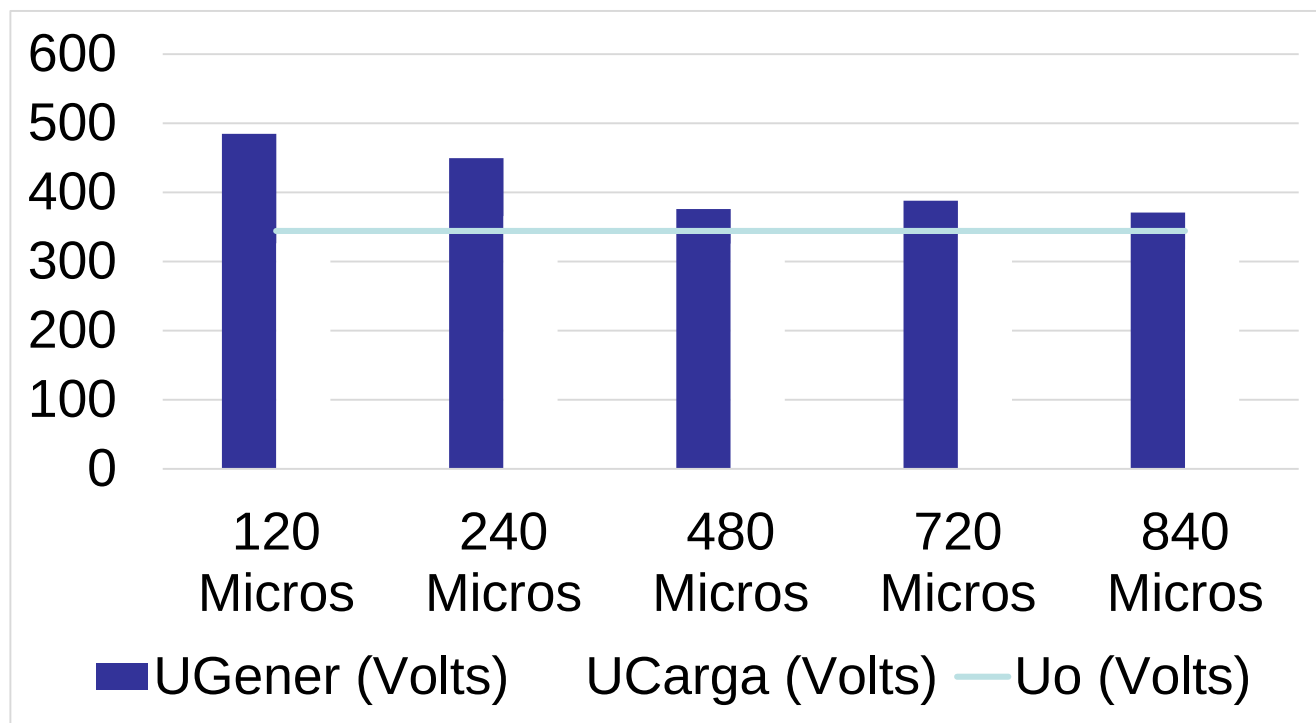


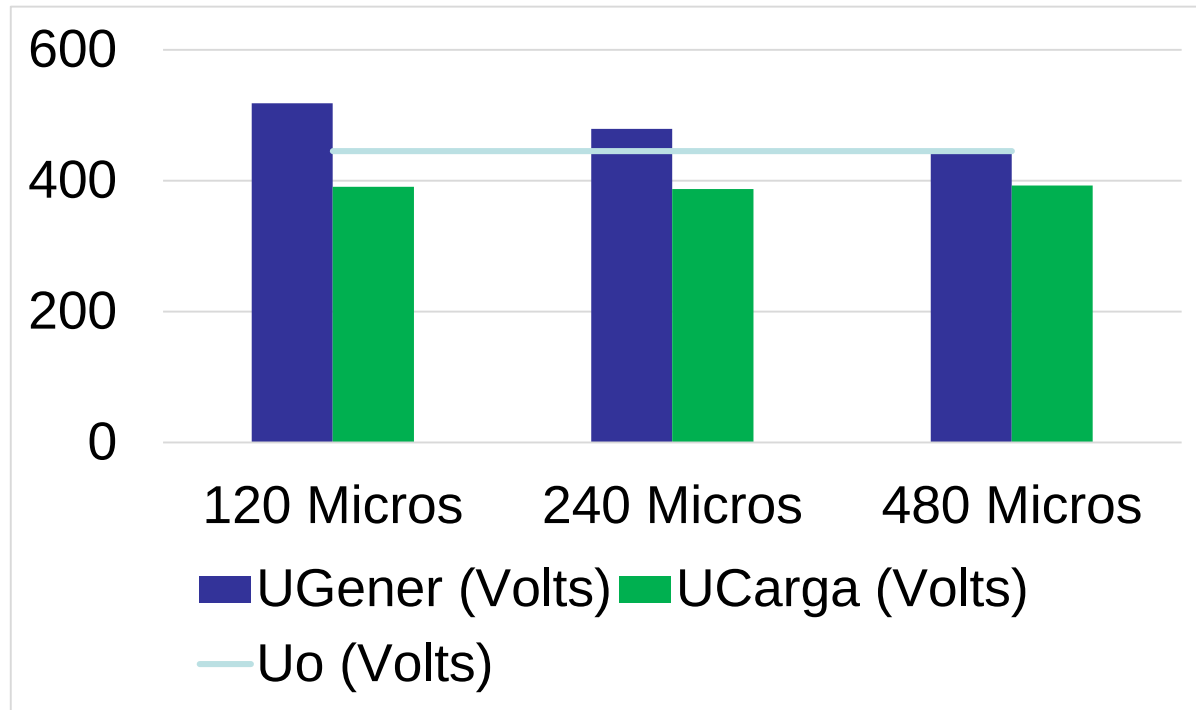


Tensión de bornes del generador y en la carga para el generador WEG, con un capacitor de excitación de 90 micros y para varios de capacitor serie, conectado para una tensión nominal de 220 Volts.

Conexión $\Delta\Delta$.

Tensión de bornes del generador y en la carga para el generador WEG, con un capacitor de excitación de 28 micros y para varios de capacitor serie, conectado para una tensión nominal de 360 Volts.
Conexión Y.





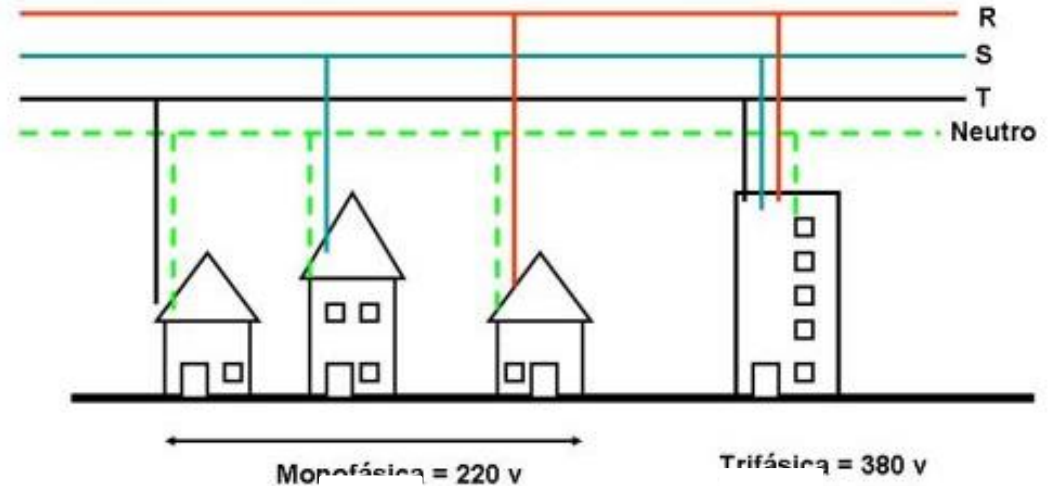
Tensión de bornes del generador y en la carga para el generador WEG, con un capacitor de excitación de 22 micros y para varios de capacitor serie, conectado para una tensión nominal de 440 Volts.
Conexión Δ .

Potencia Nominal del Motor P (kW)	Corriente nominal Inom (Amp) del motor para una tensión de 220 Volts	Condensador shunt por fase Csh(uF) para un banco conectado en Delta Δ	Condensador serie Cse(uF)
4,5	16,6	57,4	450,0
5,5	21,0	72,5	550,0
7,5	26,4	91,3	600,0
9,2	32,3	111,6	700,0
11,0	40,5	140,0	830,0
15,0	47,8	165,4	920,0
18,5	60,0	207,6	1150,0
22,0	70,0	242,2	1250,0
30,0	100,0	345,9	1650,0
37,5	122,0	422,1	1930,0
45,0	144,0	498,2	2200,0
55,0	180,0	622,7	2630,0

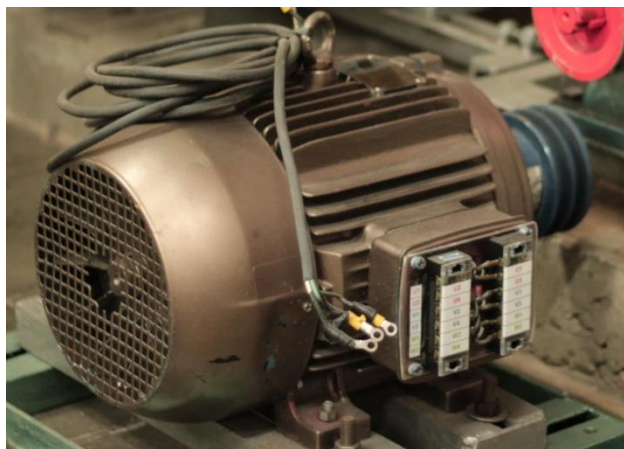
Capacitor de excitación shunt y serie para diferentes motores.

Aplicaciones del generador asíncrono:

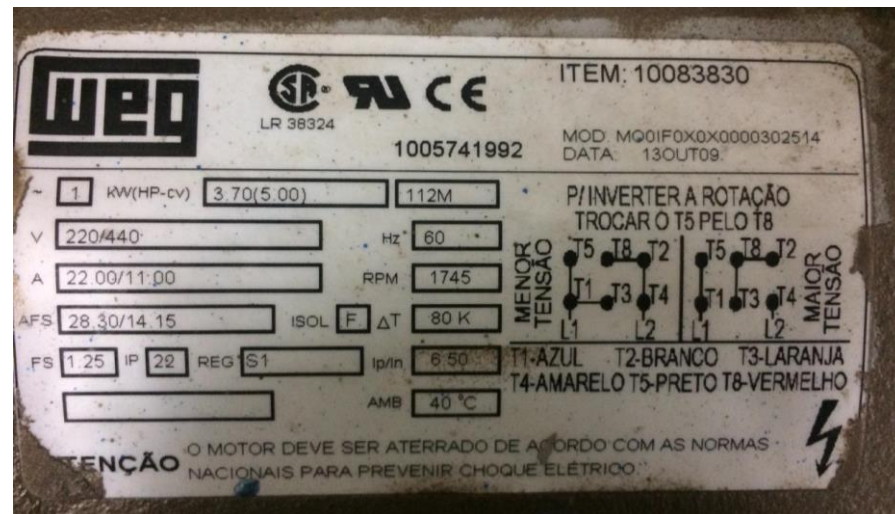
- Usuario Monofásico.
- Usuario Bifásico.
- Usuario Trifásico.



Caso de laboratorio:



Motor	P (kW)	FP	U (Volts)	I máx (A)	n (RPM)	Fases/ Devanados / Conexión/ Clase
WEG	7,4	0,83	220/440	26,6/13,3	1730	3/6/($\Delta\Delta$)/A





MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo



**Universidad
del Valle**

5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA

CONSIDERACIONES.

- En este trabajo se desarrolló y validó para motores de 4 polos, un método que permite obtener los resultados del diagrama circular sin la necesidad de trazar el diagrama circular, contando solamente con los datos correspondientes a las pruebas de vacío y cortocircuito para un motor de inducción, teniendo en cuenta que el diagrama circular permite estudiar los parámetros eléctricos de la máquina de inducción en cualquier régimen de operación. En este sentido, también se desarrolló y validó un método adicional para el cálculo de la capacitancia requerida en vacío y bajo carga para un generador de inducción.

CONCLUSIONES.

- Además, se logró corroborar que la implementación de la configuración del generador asíncrono autoexcitado y autorregulado (short-shunt) permite una mejor regulación de tensión en la maquina frente a la configuración del generador autoexcitado ante variaciones de carga. Se logró obtener una potencia del 80% y 70% para los motores WEG y ABB respectivamente.
- Para la configuración del generador autoexcitado y autorregulado, se desarrolló de forma analítica un modelo que permite estimar el valor del condensador serie a partir de los valores nominales del motor o datos de placa, en un rango de 5 a 50kW.

REFERENCIAS:

- [1] Argemiro Collazos, Victor Sánchez, and Ramiro Ortiz, *Microcentrales Hidroeléctricas con aplicacion de máquinas reversibles*, Primera ed., Francisco Ramirez, Ed. Cali, Valle del Cauca, Colombia: Programa Editorial Universidad del valle, 2015.
- [2] S. S Murthy and C. & Satyanarayana K.V.V Nagamani, "studies on the use of conventional induction motors as self-excited induction generators," *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 3, no. 4, 1998.
- [3] A.K Al Jabri and A.I Alolah, "Capacitance requirement for isolated self-excited induction generator," *IEE Proceedings B Electric Power Applications*, 1990.
- [4] M. S Kumar, N Kumaresan, and R. Karthigaivel, "Determination Boundary Values of Excitation Capacitance and Minimum Load Impedance for Wind-Driven SEIGs," *IEEE, Intelligent and Advanced Systems (ICIAS)*, pp. 1-6, 2010.
- [5] N.H Malik and A.A. Mazi, "Capacitance requirement for isolated self-excited induction generator," *IEEE Transaction on Energy Conversion, EC-2, 1.*, pp. 64-66, 1987.
- [6] Ramón Alberto Vázquez, "Simulación de un Generador de Inducción Aislado con carga Monofásica," México D. F, 2007.
- [7] M Kostenko and L Piotrovski, *Máquinas Eléctricas II*. Moscú: Mir, 1979.
- [8] Norberto Lemozy, "Diagrama circular del motor asincrónico trifásico," *universidad tecnológica nacional - frba, departamento de electrotecnia, máquinas eléctricas ii* , pp. 1-10, 1999.
- [9] Ramiro Ortiz Flórez, *Pequeñas Centrales Hidroeléctricas*. Bogotá: Mac Graw Hill, 2001.

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Datos de contacto:

Prof. Ramiro Ortiz Flórez

ramiro.ortiz@correounivalle.edu.co

Est. Leonardo Bohórquez Maldonado

leonardo.bohorquez@correounivalle.edu.co

Jose Daniel Santacruz Londoño

jose.Santacruz@correounivalle.edu.co



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Programa
Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo



5 de noviembre de 2019, 9:00 a 18:00 horas
Auditorio José Maza Álvarez, IMTA

