

ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN A TENSIÓN REDUCIDA (ARRANQUE AUTOTRANSFORMADOR). POR

Jairo Gómez Tapias*
Javier Ascanio Villabona*
Diana Carolina Dulcey Díaz *
Luis Alberto Laguado Villamizar*
Arly Darío Rincón Quintero*

*Docentes de planta de las Unidades Tecnológicas de Santander.
Bucaramanga, Santander. Colombia
2018

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:

Para esta investigación se realizó el diseño y la construcción de un modulo didáctico que permite establecer los parámetros de arranque de motores trifásico de inducción utilizando la técnica de tensión reducida como son: arranque por autotransformador, estrella triangulo, arranque por resistencias estatoricas y arranque directo. Con este modulo didáctico se busca comparar para cada uno de los arranques, el valor de la corriente de arranque según la técnica y el voltaje aplicado a los terminales del motor. Para el caso en análisis presentamos el arranque por autotransformador.

Contenido

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DIAGNOSTICO INICIAL.....	2
2.1 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	2
3. OBJETIVOS DEL PROCEDIMIENTO.....	3
3.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROCEDIMIENTO	3
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROCEDIMIENTO	3
4. DISEÑO Y PRUEBAS DEL EQUIPO.....	3
4.1 DISEÑO PRELIMINAR.....	3

4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	3
4.2.1 AUTOTRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE CONEXIÓN DELTA-DELTA.	4
4.2.2 Diagrama de conexiones motor y autotransformador.....	4
4.3.2 Esquema de conexión y monitoreo de la corriente de arranque.....	5
4.4 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES DEL EQUIPO.....	6
5. PROTOCOLO Y PROCEDIMIENTO.....	7
6.1 DERECHOS DE LOS USUARIOS.....	7
6.2 DEBERES DE LOS USUARIOS	7
6.3 NORMAS DE TRABAJO DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO	7
6.4 NORMAS DE SEGURIDAD	8
7. PRACTICAS CON EL AUTOTRANSFORMADOR ..	8
7.1 COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE	10
8. ANÁLISIS FINAL DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.	10
REFERENCIAS.....	11

Tabla de Figuras

Figura 1 . Autotransformador	4
Figura 2. Autotransformador ya instalado en el banco de pruebas	4
Figura 3 . Bornera exterior para conexión del autotransformador en el banco de pruebas ..	5
Figura 4. Diagrama conexión autotransformador.....	5
Figura 5. Esquema de conexión motor, para arranque a plena tensión.	5
Figura6. Curvas de intensidad-velocidad	9
Figura7. Curvas de par-velocidad	9
Figura8. Esquema de mando y potencia.....	10

1. INTRODUCCIÓN

Los motores eléctricos de inducción se hallan entre los más utilizados para accionamiento de máquinas eléctricas, son usados en diversas aplicaciones, desde el hogar hasta la industria, el uso de estos motores se



impone debido a las ventajas que conllevan: robustez, sencillez de mantenimiento, facilidad de instalación y bajo coste. La instalación eléctrica para su correcto funcionamiento se vuelve más compleja a medida que aumente la potencia del motor, por ello es indispensable recordar los principios de funcionamiento y de fabricación de estos motores, así como describir y comparar los principales métodos especiales de arranque, sea la máquina con rotor de jaula de ardilla o rotor devanado.

El principio de funcionamiento de un motor asíncrono se basa en la creación de corriente inducida en un conductor cuando éste corta las líneas de fuerza de un campo magnético, haciéndose acreedor del nombre “motor de inducción”.

Llamamos arranque al proceso de puesta en marcha de una máquina eléctrica. En el caso de los motores asíncronos, durante la puesta en tensión de un motor, la corriente solicitada es considerable y puede provocar una caída de tensión que afecte al funcionamiento de los receptores, en ocasiones, la caída puede llegar a ser perceptible en los aparatos de alumbrado.

Para reducir las corrientes en el momento de la puesta en marcha de un motor, se emplean métodos especiales de arranque, ya sea que la máquina tenga su rotor en forma de jaula de ardilla o con anillos.

El presente trabajo de grado se desarrolla con el objetivo de mostrar experimentalmente los distintos procesos de arranque de los motores eléctricos de inducción a través de un banco de pruebas para el laboratorio de máquinas eléctricas de las Unidades Tecnológicas de Santander.

2. DIAGNOSTICO INICIAL

Las Unidades tecnológicas de Santander posee los programas de tecnología en operación y mantenimiento electromecánico, tecnología en electricidad industrial, ingeniería Electromecánica e ingeniería eléctrica. El cual se ofrece con base en la

reglamentación sobre ciclos propedéuticos que establece la ley 749 de 2002 teniendo como líneas de desempeño eléctrico con curso aplicados a esta línea a lo largo de estas carreras, como lo son circuitos eléctricos 1, circuitos eléctricos 2, medidas eléctricas, maquinas eléctricas 1, maquinas eléctricas 2, instalaciones eléctricas, entre otras. Que son muy aplicables para desarrollar pruebas e investigaciones en la base eléctrica y especialmente en los sistemas trifásicos con potencias variables desbalanceadas. Este sistema de análisis a parte de tener resultados más específicos y reales permite desarrollar creatividad, innovación y adquirir las competencias académicas del saber con el saber hacer, sin dejar de lado el ser.

2.1 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Sabiendo que los programas de tecnología en operación y mantenimiento electromecánico, e ingeniería Electromecánica, tiene el núcleo eléctrico inmerso en ellas. Por esta razón se posee una línea eléctrica como se muestra en la siguiente tabla.

CURSO	CURSO	SEMESTR	NIVEL
		1	TECNOLOGICO
CIRCUITOS ELÉCTRICOS I		2	TECNOLOGICO
CIRCUITOS ELÉCTRICOS II	LABORATORIO DE MEDIDAS ELÉCTRICAS	3	TECNOLOGICO
MAQUINAS ELÉCTRICAS I	LABORATORIO DE MAQUINAS ELÉCTRICAS I	4	TECNOLOGICO
MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	5	TECNOLOGICO
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES	ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS	6	TECNOLOGICO
		7	PROFESIONAL
ANÁLISIS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA		8	PROFESIONAL
GENERACION Y TRANSPORTE DE ENERGIA		9	PROFESIONAL
		10	PROFESIONAL

Fuente: *coordinación electromecánica UTS*

Analizando los datos de la tabla 1, se puede analizar que la línea eléctrica aplica en un 80% de los semestres de la carrera, es decir en 8 semestres. También se cuenta con un



grupo de investigación basado en sistemas de energía automatización y control (GISEAC), el cual se hace indispensable contar este tipo de equipos para el monitoreo y análisis de corrientes y tensiones en motores eléctricos trifásicos de inducción.

3. OBJETIVOS DEL PROCEDIMIENTO

El diseño y la aplicación de un procedimiento innovador y tecnificado basado en fase experimental que conlleva a la adquisición de los saberes de una temática específica en el área eléctrica e investigaciones en la misma línea con un egresado del programa que constituyen un valor agregado en su formación.

3.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROCEDIMIENTO

Contribuir con la formación de tecnólogos electromecánicos de gran calidad mediante la implementación de un banco didáctico para la realización de prácticas con motores eléctricos jaula de ardilla y rotor bobinado como apoyo a la asignatura de máquinas eléctricas II, con un egresado del programa de tecnología en operación y mantenimiento electromecánico que constituyen un valor agregado en su formación.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROCEDIMIENTO

- Construir el banco didáctico (en material metálico) en donde se llevarán a cabo las practica de arranque de motores eléctricos asíncronos. El banco constara de los siguientes tipos de arranques:
 - a) Arranque estrella-triangulo.
 - b) Arranque por resistencias estatóricas.
 - c) Arranque con autotransformador.
- Elaborar las prácticas de caracterización de cada uno de los motores que aquí se van a usar

(prueba de vacío y prueba de corto circuito).

- Elaborar las prácticas para los estudiantes que trabajaran con este banco, prácticas que ayudaran a que se pueda tener una correcta manipulación del banco y que además contaran con actividades que complementaran la teoría vista en clase y que servirán para que el estudiante entienda mejor las distintas variables que ocurren cuando funciona un motor (Intensidad de arranque, par impulsor, caídas de tensión y tensión reducida).

4. DISEÑO Y PRUEBAS DEL EQUIPO

4.1 DISEÑO PRELIMINAR

El sistema de arranque de motores eléctricos trifásicos de inducción por autotransformador tiene como consideración el diseño como modelo de banco de pruebas con sistemas de borneras el cual permite esquematizar el arranque de un motor eléctrico trifásico de inducción de jaula de ardilla o de rotor devanado para poder analizar fácilmente sus variables de corriente de arranque, para implementar diferentes combinaciones de tensiones de alimentación.

4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN

Se determinaron las condiciones iniciales de operación y de seguridad que deberá tener el sistema eléctrico de arranque por autotransformador, para realizar el análisis de las corrientes de arranque y combinaciones de tensiones de alimentación del motor eléctrico de inducción trifásico de rotor bobinado y de jaula de ardilla en base a unas pruebas iniciales de caracterización y sus resultados y normativas como el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), la norma técnica Colombiana (NTC 2050), el manual



electrotécnico telesquemario y el código NEMA.

4.2.1 AUTOTRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE CONEXIÓN DELTA-DELTA.

Teniendo en cuenta las condiciones de trabajo y las necesidades para las prácticas de laboratorio y de investigación se hace necesario contar con un autotransformador trifásico conexión Dd, el cual debe estar diseñado para soportar una tensión de entrada de 220V, y que a la salida de éste tenga 4 taps con los siguientes valores de tensión 176V, 143V, 111V y 0V que corresponden al 80%,65%,50% y 0% de la tensión nominal del motor respectivamente.



Fuente, Los autores.

4.2.2 Diagrama de conexiones motor y autotransformador

Para realizar la obtención de los datos de corriente de arranque en cada uno de los niveles de tensión requeridos, se realiza la instalación del autotransformador trifásico de conexión Dd, un amperímetro en un modulo metálico, al igual que su respectiva bornera de conexión exterior que facilitará la conexión del motor al autotransformador y al amperímetro en las pruebas de la laboratorio.

Figura 1 . Autotransformador

Trifásico conexión Dd 8721-SIRIO S.A.S

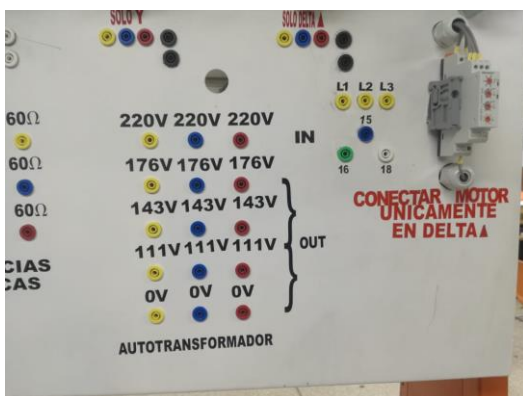


Figura 2. Autotransformador ya instalado en el banco de pruebas



Fuente, Los autores.

Figura 3 . Bornera exterior para conexión del autotransformador en el banco de pruebas

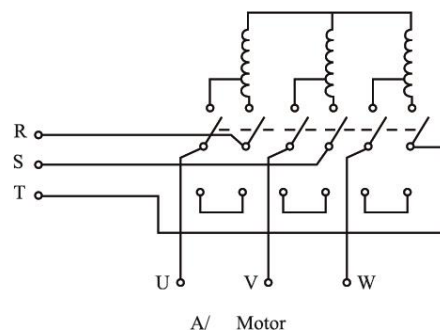


Fuente, Los autores.

4.3.2 Esquema de conexión y monitoreo de la corriente de arranque.

Para la obtención de los datos de corriente de arranque del motor de inducción, se hace necesario contar con cables con terminal tipo festo para realizar el esquema de conexión, un amperímetro el cual se encuentra previamente instalado en el banco de pruebas y después se debe seguir el siguiente esquema de conexión

Figura 4. Diagrama conexión autotransformador



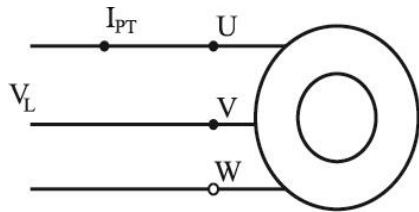
Fuente, Diaz N, L. A. (s.f.). Laboratorio de Maquinas eléctricas II. Bucaramanga: UIS.

La figura 4 muestra el esquema de conexión de un arrancador manual, para un motor de inducción de Jaula de Ardilla con autotransformador conexión "V", sistema muy utilizado en la práctica.

En un arranque con autotransformador la corriente en el motor se reduce en la proporción inversa con la relación de transformación del autotransformador y la corriente sobre la línea a red que alimenta el motor en proporción inversa con el cuadrado de la misma relación de transformación como se demuestra a continuación, con ayuda de los esquemas de las figuras 5.

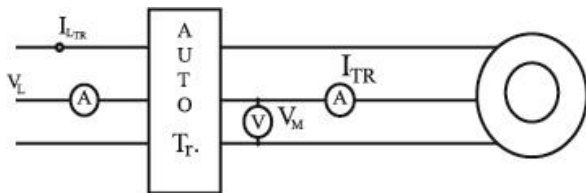
Figura 5. Esquema de conexión motor, para arranque a plena tensión.





Fuente, Díaz N, L. A. (s.f.). Laboratorio de Maquinas eléctricas II. Bucaramanga: UIS.

Figura 5. Esquema de conexión autotransformador, motor, amperímetro y multímetro.



Fuente, Díaz N, L. A. (s.f.). Laboratorio de Maquinas eléctricas II. Bucaramanga: UIS.

Si el motor se arranca a plena tensión (Fig. 3), se cumple:

- $I_{PT} = C_1 (V_L)$ (a)
 I_{PT} : Corriente a plena tensión
- $T_{PT} = C (V_L)^2$ (b)
 T_{PT} : Par a plena tensión

Para el arranque con auto-transformador (Fig. 4), se cumple:

- $I_{TR} = C_1 (V_M)$
 I_{TR} : Corriente en el motor a tensión reducida
- $T_{TR} = C (V_M)^2$
 T_{TR} : Par a tensión reducida.

Si la relación de transformación V_L/V_M se designa 'a', se obtiene

$$I_{TR} = C_1 \left(\frac{V_L}{a}\right) \quad (c)$$

$$T_{TR} = C \left(\frac{V_L}{a}\right)^2 \quad (d)$$

Dividiendo (c)/(a):

$$\frac{I_{TR}}{I_{PT}} = \frac{1}{a} \quad I_{TR} = \frac{I_{PT}}{a} \quad (20 - 15)$$

Dividiendo (d)/(b):

$$\frac{T_{TR}}{T_{PT}} = \frac{1}{a^2} \quad T_{TR} = \frac{T_{PT}}{a^2} \quad (20 - 16)$$

Además de la Fig. 5, se obtiene que:

$$I_{L_{TR}} = I_{TR}/a$$

$I_{L_{TR}}$: Corriente en la línea cuando se aplica tensión reducida al motor.

Reemplazando I_{TR} según (20 - 15), resulta:

$$I_{L_{TR}} = \frac{I_{PT}}{a^2} (20 - 17)$$

Para seleccionar el valor de la tensión (V_M), a aplicar al motor, se debe tener en cuenta que el par de arranque varía inversamente con el cuadrado de la relación de transformación, al igual que la corriente en la línea, esto último es una ventaja pues lo que se pretende es reducir la corriente que el motor toma de la red, con la menor reducción del par de arranque.

4.4 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES DEL EQUIPO

El resultado final de este proyecto es la construcción del banco para pruebas para el arranque a tensión reducida de motores eléctricos trifásicos de inducción para el análisis de corrientes de arranque que permitirá a los estudiantes del área de Ingeniería Electromecánica y tecnología en operación y mantenimiento electromecánico determinar y analizar las variables eléctricas de un sistema de arranques a tensión reducida y de esta manera se provee en el laboratorio de maquinas eléctricas del programa incentivos y facilidades para futuras investigaciones.

Una recomendación muy importante que se hace es que el motor que se vaya a utilizar únicamente debe ir con conexión delta, debido a que este se debe encontrar en la misma conexión con la que viene configurado de fábrica el autotransformador.



5. PROTOCOLO Y PROCEDIMIENTO.

Para conseguir el correcto uso y garantizar la seguridad de los operarios y tesista del equipo se hace necesario aplicar las normativas de trabajo eléctricos el cual en Colombia se rige por el RETIE, ARTÍCULO 8º. PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL para trabajos con electricidad donde expresa *“Para efectos del presente reglamento, toda empresa o persona natural que desarrolle actividades relacionadas con la construcción, operación y mantenimiento de instalaciones de energía eléctrica, debe dar cumplimiento a los requisitos de salud ocupacional, establecidos en la legislación y regulación colombiana vigente y en particular la Resolución expedida por el Ministerio de la Protección Social No. 1348 de 2009.”*

6.1 DERECHOS DE LOS USUARIOS

Los equipos y materiales que van a utilizar los estudiantes deben encontrarse en perfecto orden y aseo.
Solicitar el buen estado de los elementos y equipos.

Exigir la verificación del funcionamiento de los equipos y elementos solicitados.

Los estudiantes tienen derecho a la clase práctica, orientada por el docente y el conocimiento con anterioridad de las prácticas a realizar.

Obtener permisos en casos necesarios.

Recibir un trato cortés.

Recibir las advertencias necesarias que le permitan trabajar cumpliendo todas las normas de seguridad y de obligatorio cumplimiento.

6.2 DEBERES DE LOS USUARIOS

Dejar en perfecto estado de orden y aseo todos los equipos y manuales utilizados en la práctica.

En caso de ocasionar algún daño a los materiales y equipos lo debe reparar o pagar.

Debe mantener el orden y la disciplina durante la práctica.

Debe hacer un buen uso de los equipos y materiales durante las prácticas.

Preservar, cuidar y mantener en buen estado el material de enseñanza, instalaciones, equipos y bienes del laboratorio.

Cumplir con las normas de respeto y convivencia para el logro de una formación integral.

Cumplir con las normas de seguridad del laboratorio.

Solicitar al docente la aclaración de las dudas que se tengan de la práctica a realizar.

Avisar inmediatamente al docente acerca de las anomalías que se presenten en los equipos.

Acatar las instrucciones del docente y respetar sus decisiones de acuerdo con lo dispuesto en este reglamento.

Respetar a sus compañeros y trabajar en equipo en la realización de la práctica.

Mantener el área de trabajo en óptimas condiciones.

6.3 NORMAS DE TRABAJO DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO

El laboratorio debe permanecer en perfecto orden y aseo.

Cumplir con el horario de laboratorio establecido, para la realización de las prácticas.

Está prohibido el ingreso de comidas, bebidas, cigarrillos.



Está prohibido el ingreso de estudiantes con inadecuada presentación personal.

Está prohibido facilitar o propiciar el ingreso al laboratorio de personas no autorizadas.

Quince (15) minutos después de iniciar la práctica de laboratorio no se permite el ingreso de estudiantes al aula.

Todo estudiante debe estar debidamente preparado para la realización de la práctica.

Al finalizar la práctica el material y los equipos de trabajo deben dejarse limpios y ordenados.

El uso de los computadores es meramente académico.

Se prohíbe el cambio de la configuración del software instalado.

Se prohíbe la utilización de software que no esté amparado legalmente mediante la respectiva licencia para la Universidad.

No se permite el traslado de computadores, sillas o de cualquier otro material o equipo que se encuentre en el laboratorio, sin la debida autorización del funcionario encargado del mismo.

La ausencia injustificada de una práctica de laboratorio se calificará con cero, cero (0,0). La justificación por motivos de salud debe ser expedida por el servicio médico de la UTS si es de otra índole por bienestar universitario.

La no presentación del pre informe y del informe el día de la práctica se calificará con cero (0.0).

La pérdida o deterioro por mal uso de un elemento, aparato o equipo, se cobra al estudiante responsable de la pérdida o deterioro. En caso de no encontrarse un responsable único, el grupo de la práctica correspondiente asumirá la responsabilidad y cubrirá los costos de reparación o de sustitución del equipo.

La inasistencia a una práctica de laboratorio, automáticamente descalifica el pre informe y el informe. Se asume que no presenta ninguno de los informes. Con una nota de 0.1 (cero punto uno) en cada uno de ellos. Para recuperar una práctica el estudiante debe presentar la incapacidad médica, para lo cual tiene una semana después de realizada la experiencia.

6.4 NORMAS DE SEGURIDAD

Quítese todos los accesorios personales que puedan producir descargas (recuerde que algunas de las prácticas trabajan con altos voltajes y amperajes), como son anillos, pulseras, collares.

Está prohibido fumar, beber o comer en el laboratorio, así como dejar encima de la mesa del laboratorio algún tipo de prenda.

El pelo largo se llevará siempre recogido.

Sobre la mesa de trabajo solo debe hallarse el instrumental requerido para llevar a cabo la práctica.

Manipule los equipos de manera responsable y cuidadosa.

Si alguno de los equipos presenta anomalías, apáguelo y repórtelo inmediatamente.

7. PRACTICAS CON EL AUTOTRANSFORMADOR

ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR

Esta forma de arranque se utiliza para la puesta en marcha de motores trifásicos con rotor en cortocircuito, que accionan maquinas cuyo par resistente en el arranque es bajo, teniendo la finalidad de reducir la corriente absorbida durante el periodo de arranque del motor en detrimento del par motor.

Características del arranque por autotransformador:

Tabla 1 Características del arranque por autotransformador.



Punto de arranque	Tensión en motor con primer punto	Corriente absorbida con primer punto	Par de arranque en el primer punto
2	65% de VL	42% de la	42% del par
3	55% de VL	30% de la	30% del par

Fuente, Vilorio, J. R. (2005). Motores eléctricos automatismos de control (Novena ed.). Madrid: Ediciones Paraninfo s.a.

Fórmulas de cálculo:

- Tensión en bornes del motor (U_b)

$$U_b = K \cdot U_L \quad (7)$$

- Par motor (C_m)

$$C_m = K^2 \cdot C \quad (8)$$

- Intensidad de línea (I_l)

$$I_l = K^2 \cdot I_a \quad (9)$$

- Intensidad del motor (I_m)

$$I_m = K \cdot I_a \quad (10)$$

- Relación de tensiones (K)

$$K = U_s / U_L \quad (11)$$

U_L : Tensión de línea

I_a : Intensidad en arranque directo.

C : Par en arranque directo.

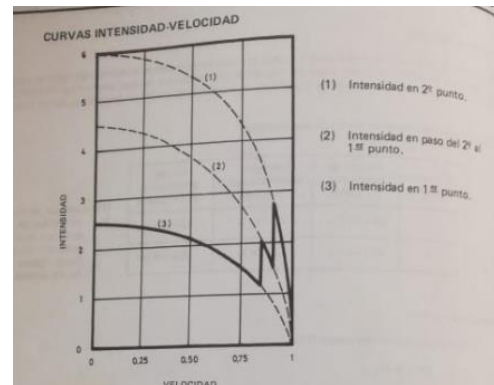
U_s : Tensión salida transformados.

Datos necesarios para hacer el cálculo o pedido de un equipo de arranque

- Arranque con un sentido de giro o con inversión de giro
- Tensión y frecuencia de la red
- Potencia del motor
- Intensidad nominal del motor
- Tensión en bornes del motor en el primer punto
- Numero de puntos de arranque
- Par de arranque
- Tipo de maquina a accionar

- Numero de maniobras por hora

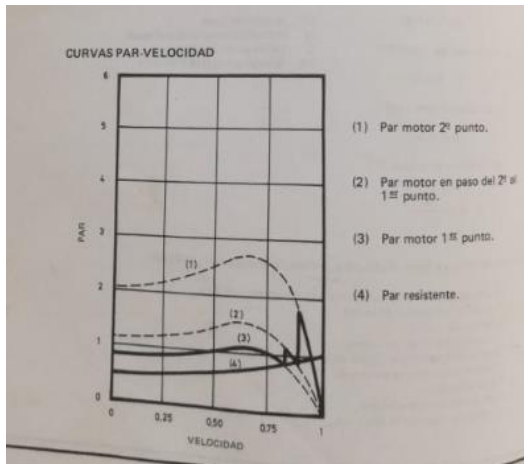
Figura6. Curvas de intensidad-velocidad



Fuente, Vilorio, J. R. (2005). Motores eléctricos automatismos de control (Novena ed.). Madrid: Ediciones Paraninfo s.a.

Figura7. Curvas de par-velocidad

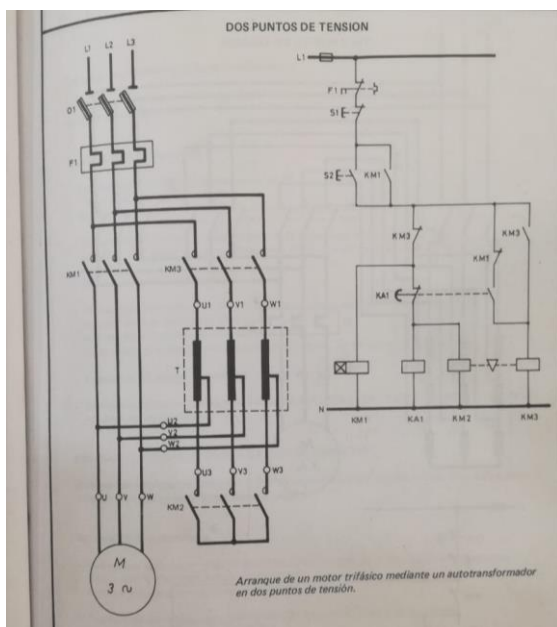




Fuente, Vilorio, J. R. (2005). Motores eléctricos automatismos de control (Novena ed.). Madrid: Ediciones Paraninfo s.a.

La siguiente figura muestra el esquema de conexión de mando y potencia a realizar

Figura8. Esquema de mando y potencia.



Fuente, Vilorio, J. R. (2005). Motores eléctricos automatismos de control (Novena ed.). Madrid: Ediciones Paraninfo s.a.

Funcionamiento



Al pulsar S2 entran: KA1+ KM1 + KM2
Inicia el arranque del motor con tensión reducida, dependiendo del tap en el que lo desee, para este caso se cuentan con cuatro taps de 176V, 143V, 111V y 0V para una tensión de red de 220V.

Transcurrido un tiempo, KA1 (temporizador) desconecta a KM1 + KM2 y conecta a KM3 que a su vez desconecta a KA1.

El circuito dispone de enclavamientos mecánicos entre electroimanes y eléctricos por contactos auxiliares.

Después del arranque, el autotransformador queda aislado de la red al abrirse los contactores KM1 y KM2.

7.1 COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar la practica el estudiante esta en la capacidad Comprender y analizar el arranque de un motor trifásico de inducción a tensión reducida como el que nos ofrece el arranque de motores trifásicos de inducción, por autotransformador, en donde se observa que la corriente demanda depende del tap o del voltaje que ofrece el autotransformador en el arranque, controlando los picos de corriente en el arranque, lo que ocasiona no descompensar la línea de alimentación y evita perdidas de potencia altas en el momento del arranque.

8. ANÁLISIS FINAL DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

Los estudiantes adquirieron saberes teóricos, experimentales y actitudinales que redundan en el ser, en el saber y en el saber hacer de un profesional uteísta guiado por la misión y visión de la institución y del programa, creando un profesional con el perfil propuesto por el programa.

El estudiante debe asegurarse que acorde de la conexión ofrecida por el autotransformador este dimensiona y requiere que el motor a instalar previamente se debe conectar en conexión trifásica delta, debe escoger el tap correspondiente a la tensión reducida que se programa para el arranque,. Cada tap se trabaja por separado y en cada tap debe hacer las respectivas mediciones de corriente y sacar las respectivas conclusiones. Se Tener en cuenta que para realizar las prácticas debe leer y aplicar las normas

vigentes para trabajar adecuadamente en el laboratorio y efectuar los cálculos esperados para los valores de las corrientes de arranque, para seleccionar adecuadamente los rangos o escalas de los instrumentos a utilizar en la realización de las mediciones.

REFERENCIAS

- Diaz N, L. A. (s.f.). Laboratorio de Maquinas eléctricas II. Bucaramanga: UIS.
- Vilorio, J. R. (2005). Motores eléctricos automatismos de control (Novena ed.). Madrid: Ediciones Paraninfo s.a.
- Chapman, S. J. (2012). Máquinas Eléctricas. Mexico: Mc Graw Hill
- J. Fraile Mora, Maquinas electricas, España: McGraw-HILL, 2003.
- SANTANDER, U. T. S (9 de 3 de 2017). *Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico*. Obtenido de <http://uts.edu.co/portal/views/prgdetalle.php?id=18&cat=1&key=d13d3cf3ac987a09ee57934cda78b2a0>

