



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

Mesa Proyecto2

pucv.cl

Estudiar el motor de inducción y su respuesta espectral bajo condiciones prácticas y de simulación.

Diego Andrés Cisternas Herrera

Valparaíso, 7 de Noviembre 2018

Objetivo general

Bajo ambiente de Simulación y Práctico, estudiar el motor de inducción con su respuesta espectral, analizando su comportamiento en accionamientos con VdF y posibles situaciones de falla.

Objetivos específicos

- Estudiar bajo simulación el comportamiento del motor de inducción con y sin VdF, analizando su respuesta espectral y su contenido armónico.
- Estudiar en forma práctica el comportamiento del motor de inducción, para contrastar las simulaciones.
- Verificar en situaciones de falla, las variaciones en el espectro de las corrientes, y poder verificar que es lo que está ocurriendo en la máquina.

Resumen Mesas Anteriores: Marco teórico y Simulaciones

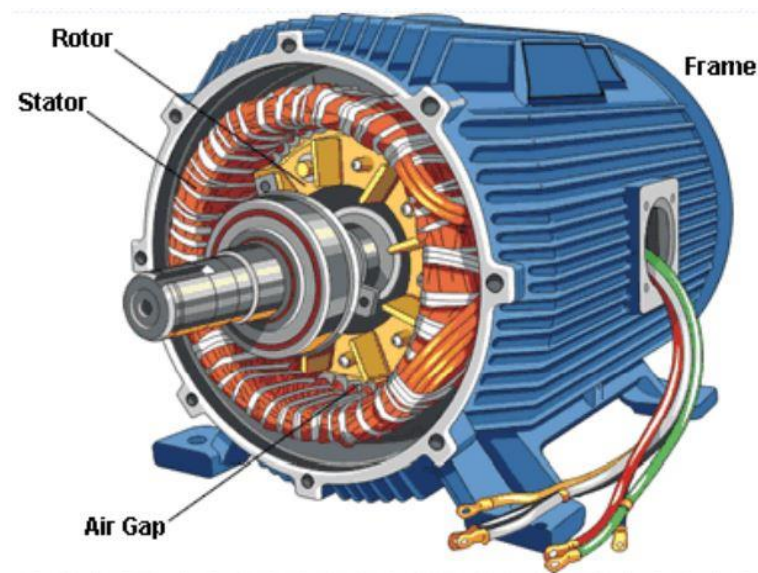
1. Variables eléctricas de estudio
 - Armónicos
 - Transitorios
 - Componentes simétricas
2. Conceptos relevantes del motor de inducción
 - Conceptos básicos del motor y su funcionamiento
 - Fallas más comunes
 - Efectos de la presencia de armónicos
3. Aspectos generales del Variador de Frecuencia (VdF)
 - Componentes y funcionamiento
 - Ventajas del uso del VdF
4. Registrador de variables eléctricas SAMTE
5. Software Simulink de MATLAB

Análisis y simulación en situaciones de interés

1. Motor de inducción sin falla
2. Falla de desconexión de una fase del Estator
3. Falla de desconexión de una fase del Rotor
4. En presencia de VdF.

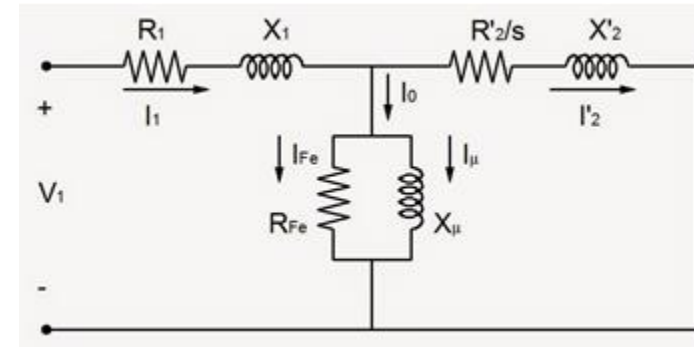
Metodología:

- Ver formas de onda obtenidas en experiencia. (SAMTE)
- Presentar circuito Simulación.
- Ver formas de onda de simulación.
- FFT a corriente de estator
- Conclusión y comentarios



Descripción del motor a utilizar

- Se utilizó máquina de inducción trifásica de 6,5 HP, 380VLL y dos pares de polos.
- Como carga se acopló al eje generador CC con banco resistivo.
- Los parámetros de la máquina son :



Parámetro del motor de inducción	Magnitud y unidad correspondiente
Resistencia Estator	0,63[Ohm]
Inductancia Estator	0,00496[Hy]
Inductancia rama <u>Magnetizante</u>	0,105[Hy]
Resistencia Rotor	1,094[Ohm]
Inductancia Rotor	0,00496[Hy]
Constante inercia	0,041[Kgm2]

Descripción del motor a utilizar

- Además se utilizó una aproximación a la curva de saturación que posee la máquina, la cual se satura en un nivel de tensión de 450V aproximadamente, como se muestra a continuación:

Corriente[Arms]	Tensión[Vrms]
0,5	20
3	190
6	380
9	400
12	420
15	440
18	450
30	451
50	452



- Finalmente antes de comenzar con las simulaciones, según la placa del motor, es que se debe tener la precaución de no sobrepasar una corriente de estator superior a 11,8 A y una corriente de rotor nunca superior a 18 A.

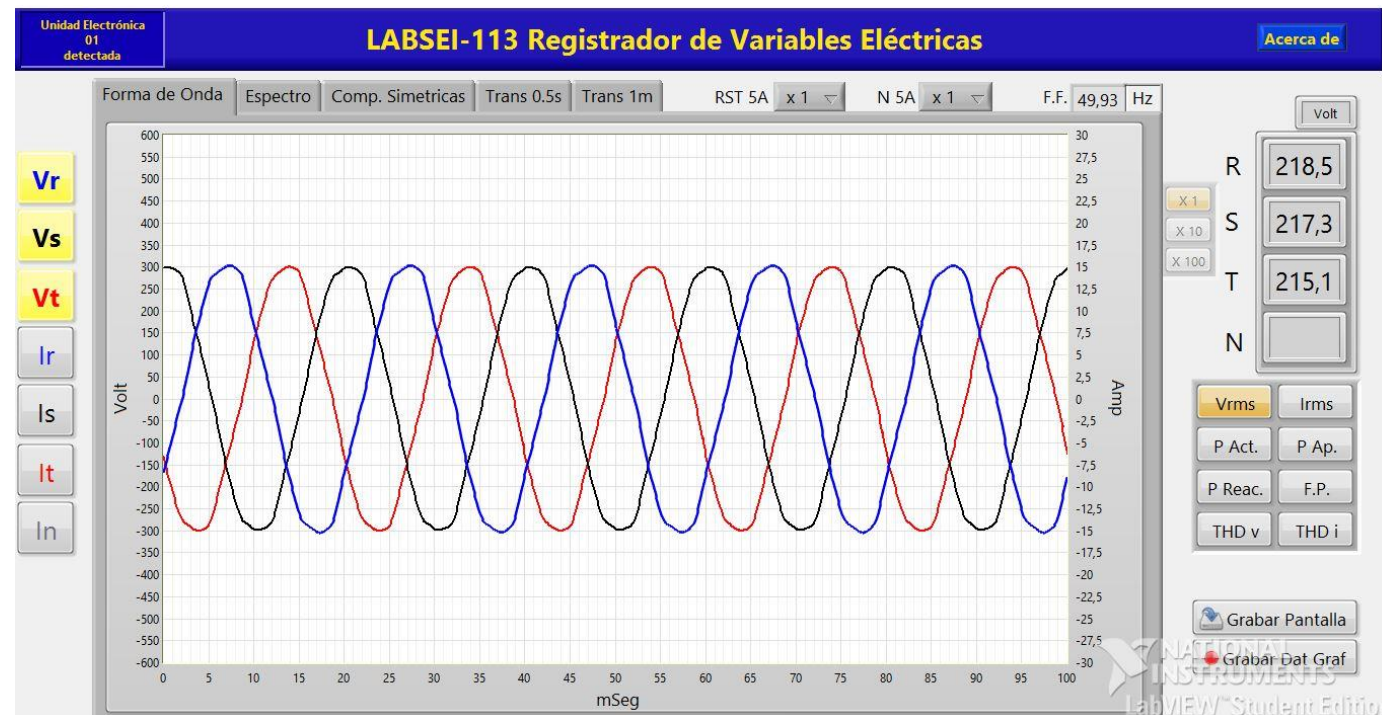
Motor sin falla, bajo carga moderada



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

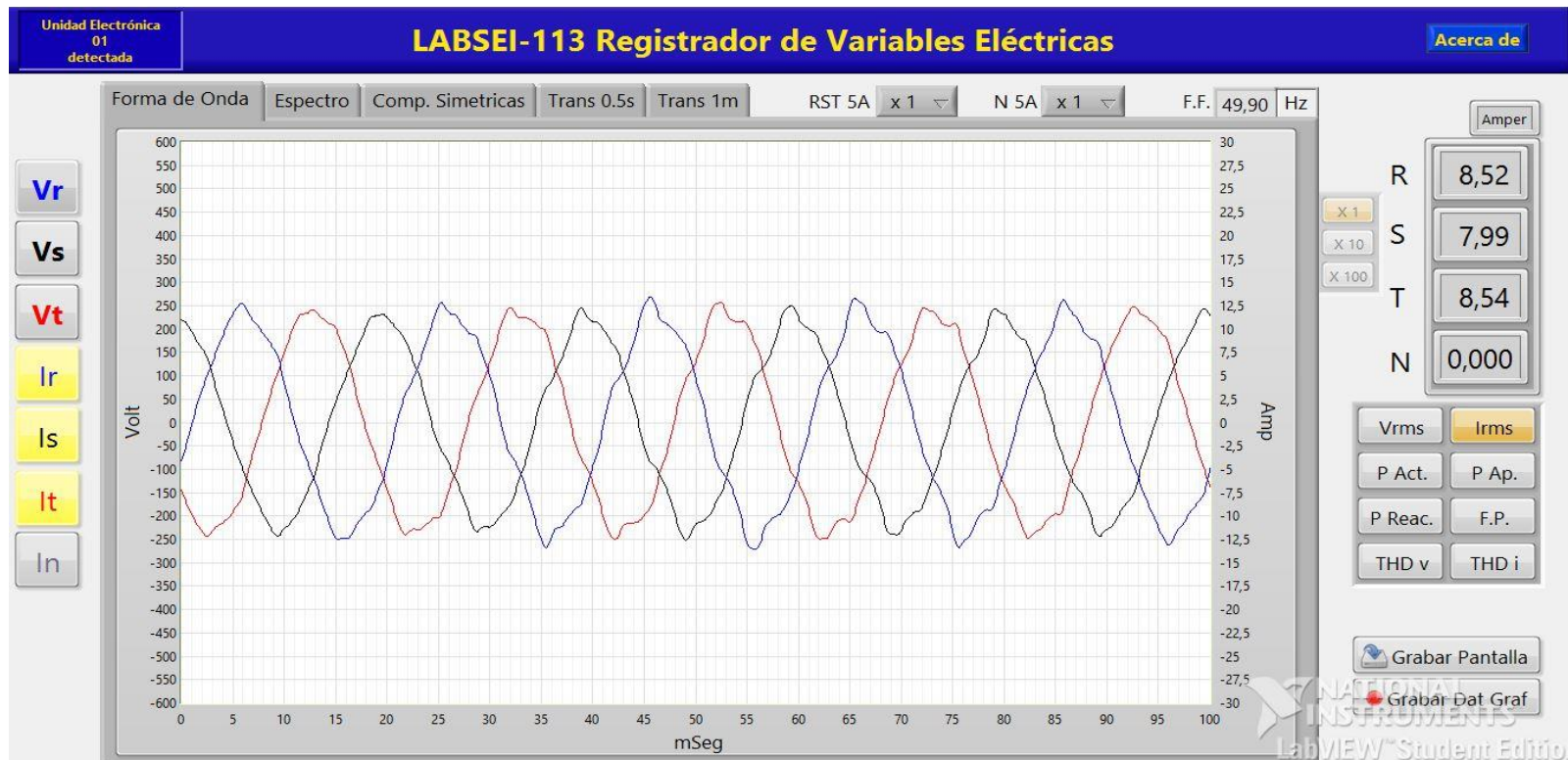
- Formas de Onda SAMTE:
- Obtener los desbalances de tensión aportados por la fuente de alimentación trifásica utilizada, la cual al ser real no es perfecta. De forma que al momento de simular en MATLAB, se pueda usar un modelo más parecido al real.

- Tensiones de alimentación:



Motor sin falla, bajo carga moderada

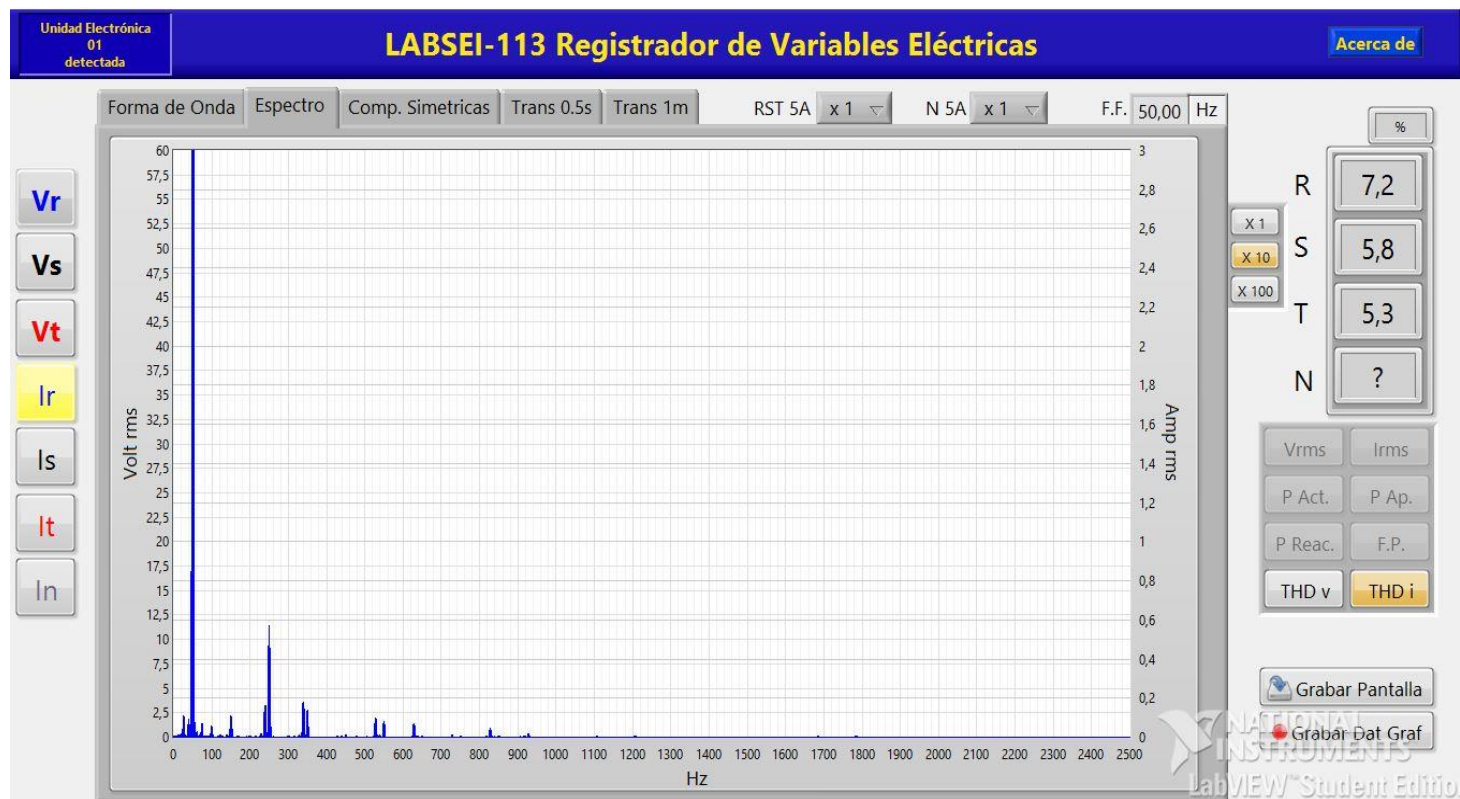
- Corrientes de estator:



- Corriente está distorsionada y por tanto tiene contenido armónico asociado.
- Magnitudes levemente distintas

Motor sin falla, bajo carga moderada

- Espectro de corriente de estator fase R:
- Se puede ver presencia de 5° y 7° armónico. Además presenta 'ruido' interarmónico cerca de la fundamental.
- THDi aproximadamente 6%, distorsión 'natural' del motor .



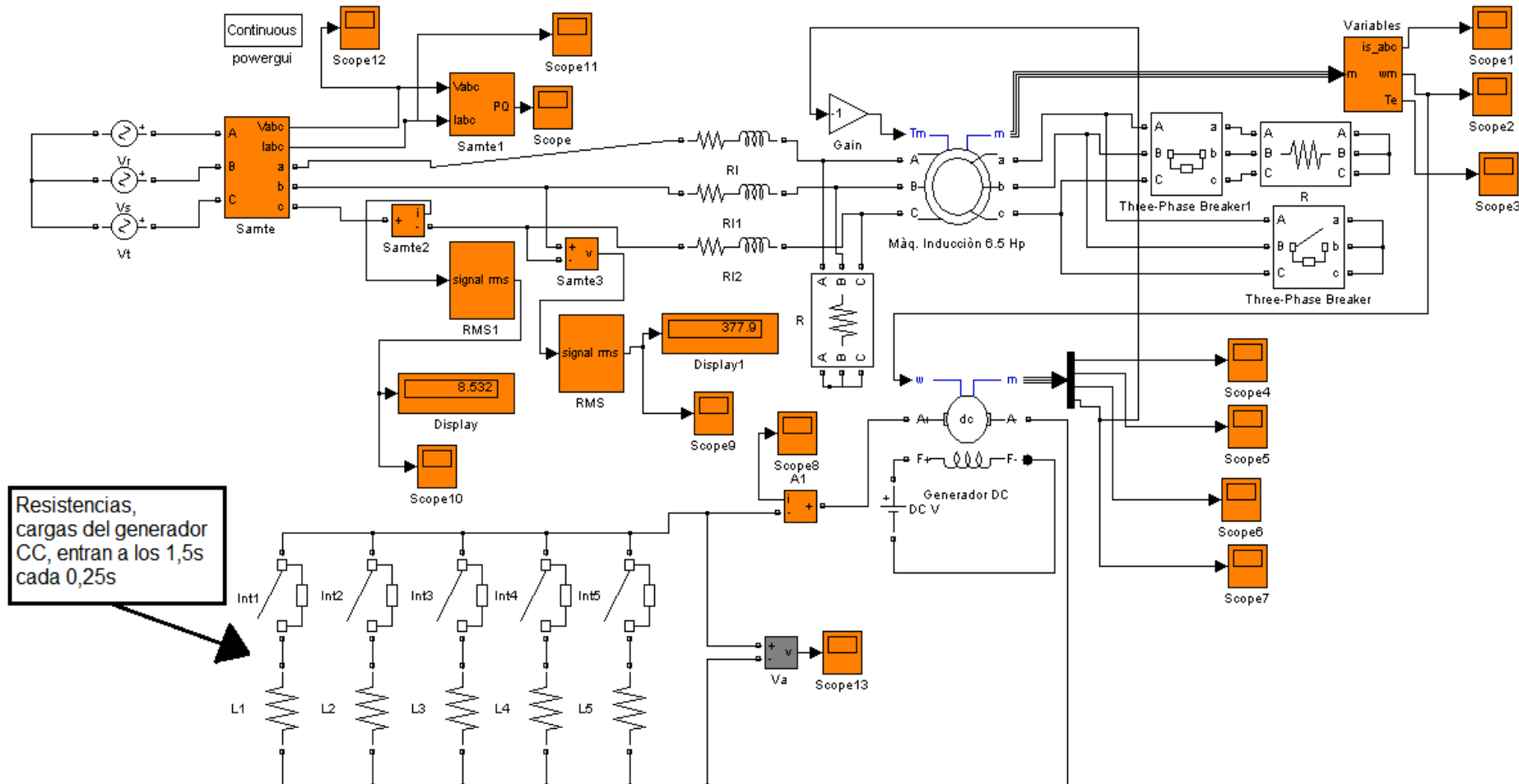
Motor sin falla, bajo carga moderada

- Componentes simétricas y fasores
- De esta se pueden obtener los fasores de tensión para usar en las simulaciones.

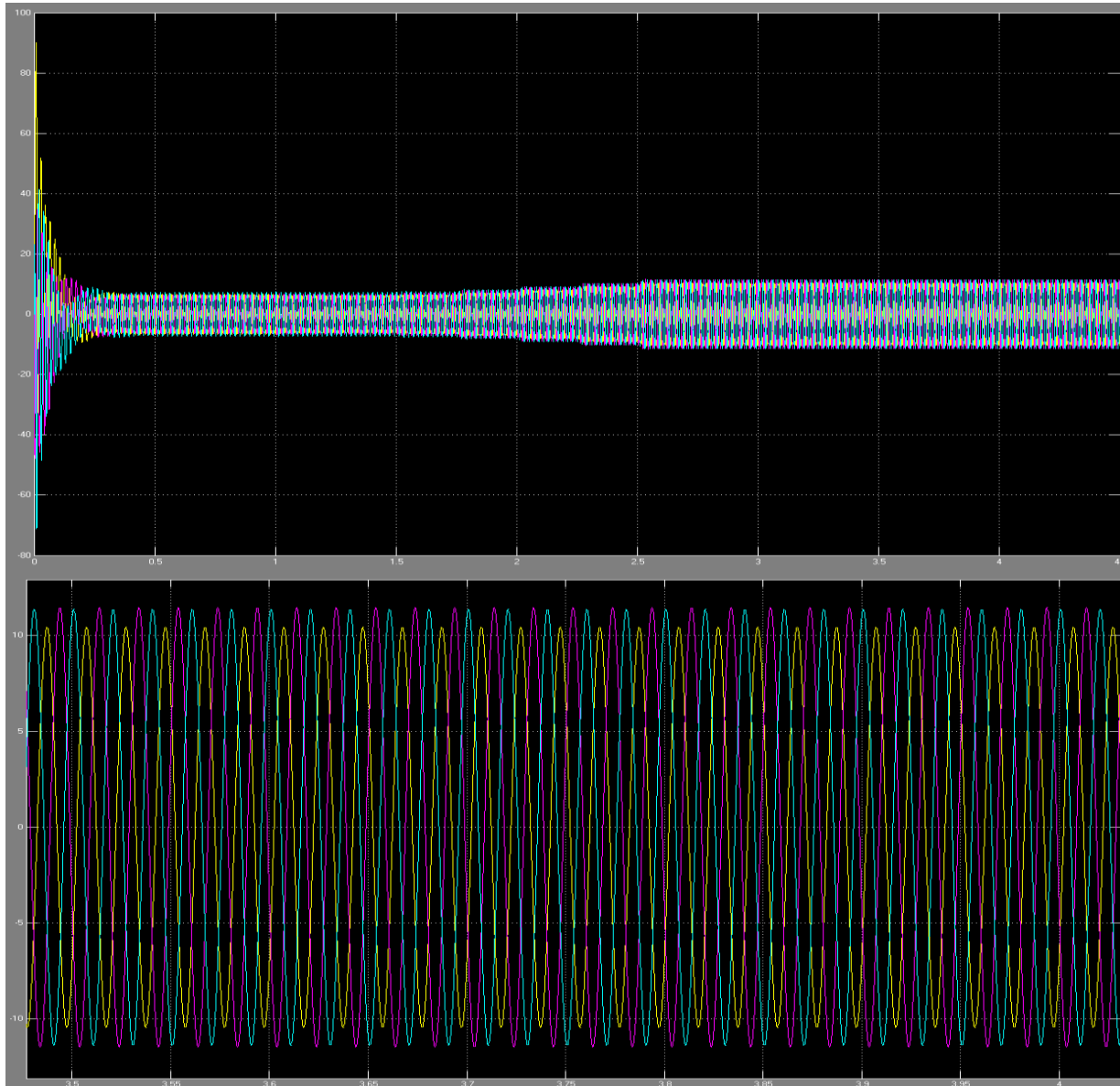


Motor sin falla, bajo carga moderada

- Simulación:
- Se presenta el modelo usado en MATLAB Simulink.



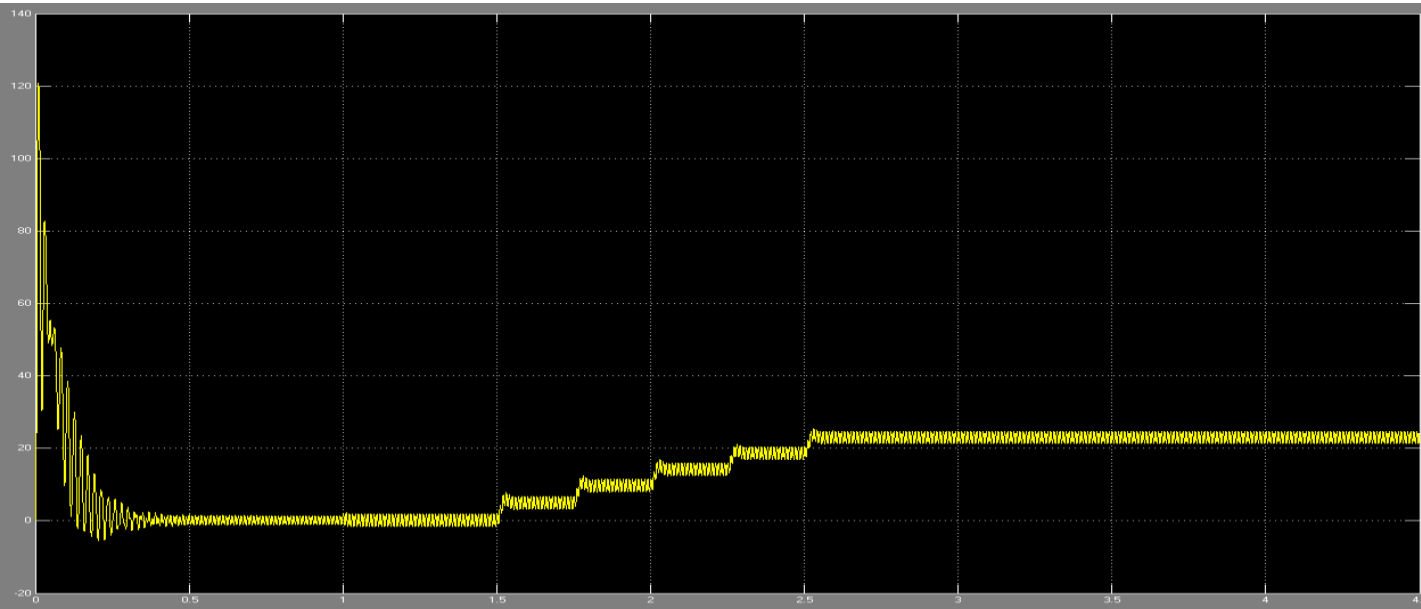
Motor sin falla, bajo carga moderada



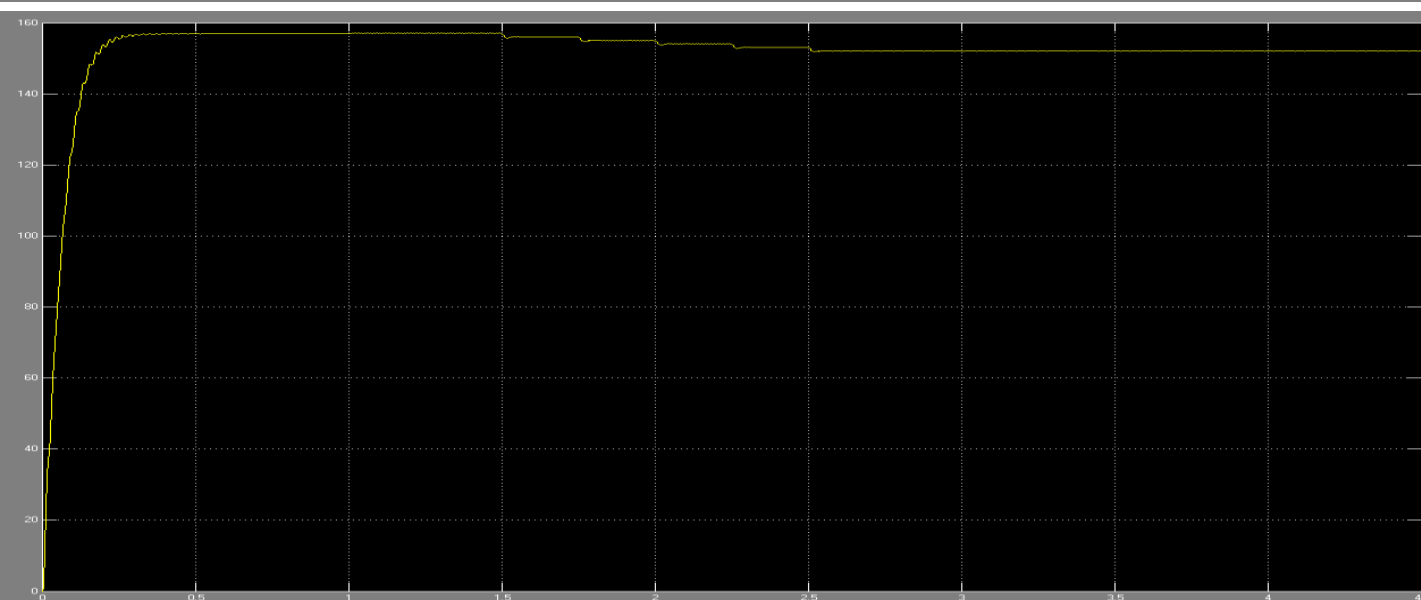
- Corrientes de estator:
- No presentan distorsión, como lo obtenido del Samte.
- Presenta pequeños desbalances, los cuales se atribuyen a alimentar con tensión levemente desbalanceada.

Motor sin falla, bajo carga moderada

- Torque:

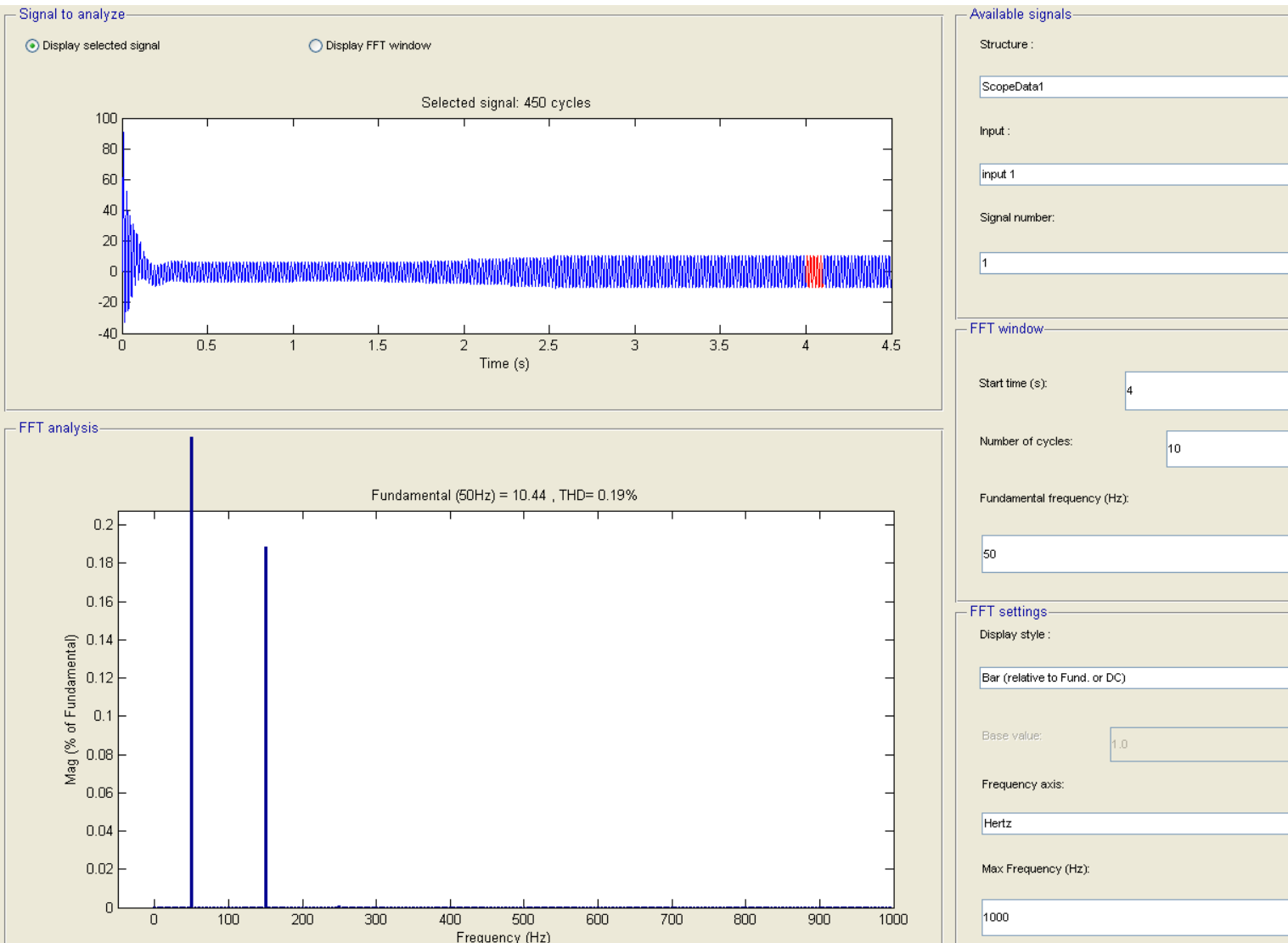


- Velocidad:



Motor sin falla, bajo carga moderada

Espectro de corriente estator Fase R sin falla:



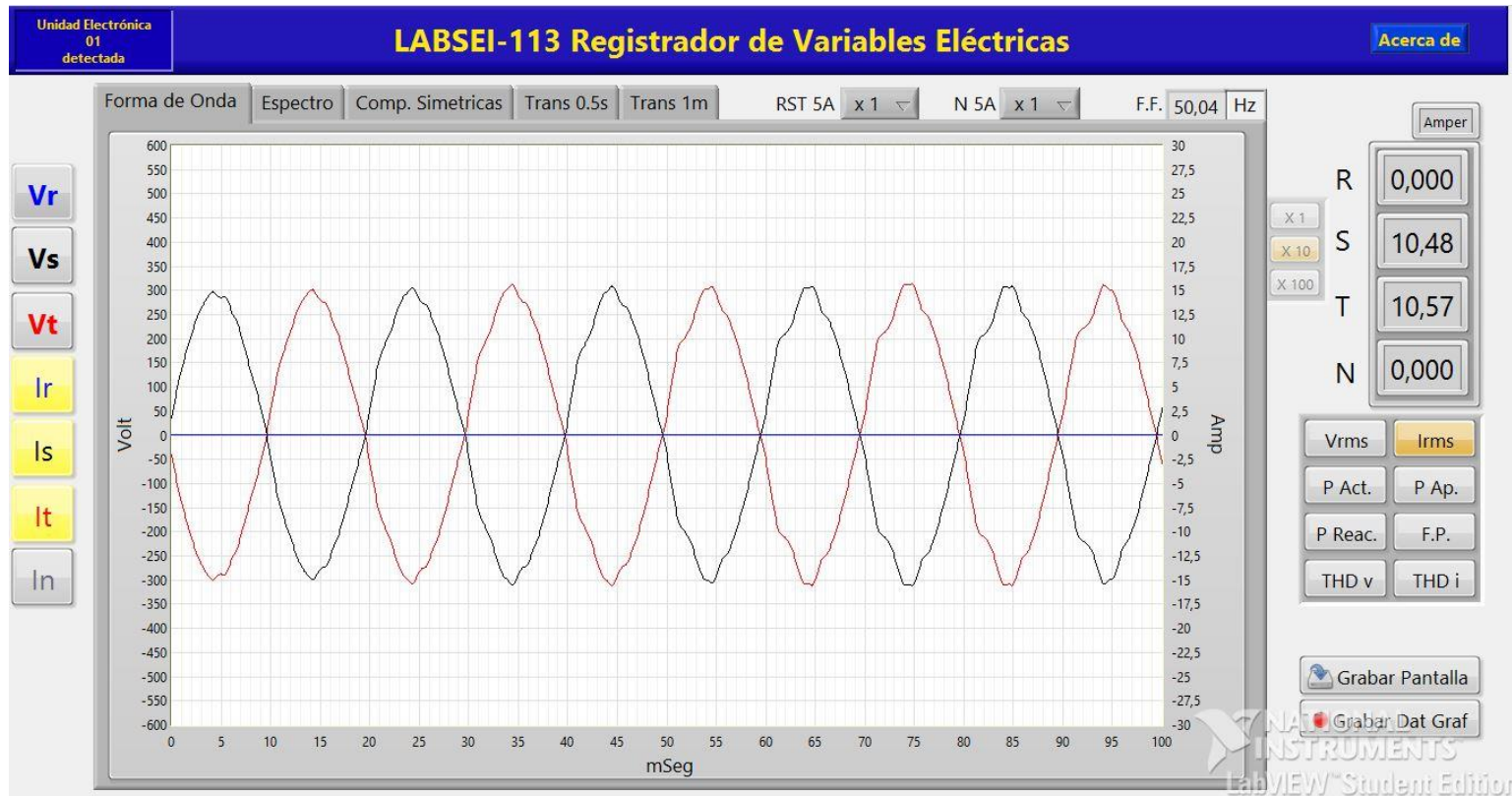
- THDi = 0,2%
- Distorsión mínima en 150 (Hz).

Motor sin falla, bajo carga moderada

- Conclusiones:
- Máquina tiene su propio espectro característico.
- Se obtuvieron los fasores de tensión de alimentación para las simulaciones.
- Se llegó a un 6% de THDi experimental contrastado con 0,2% de THDi de las simulaciones

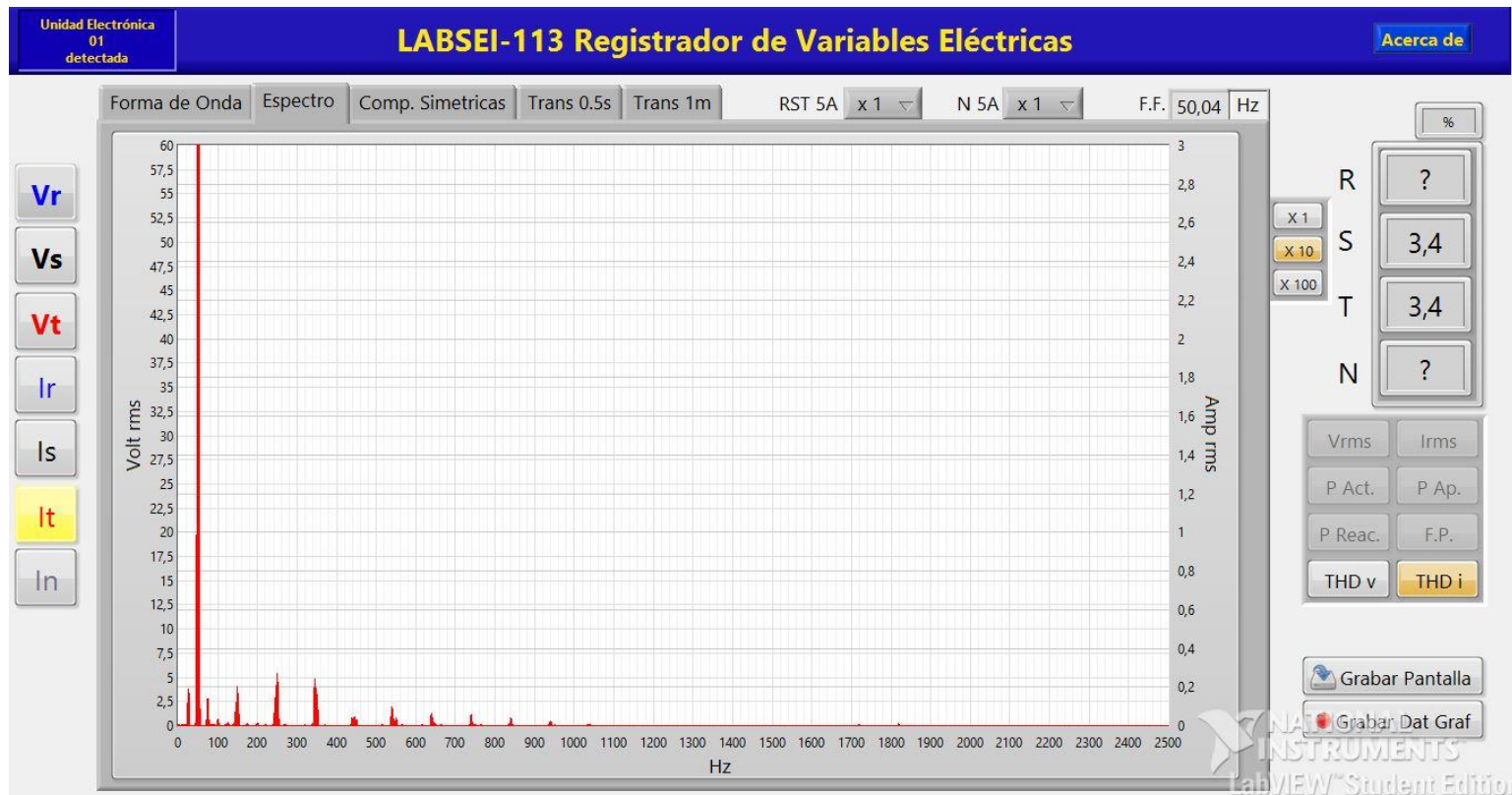
Falla de desconexión de una fase del Estator

- Se procede a mostrar ahora los resultados obtenidos del SAMTE para el evento de apertura de una fase.
- Corrientes de estator:



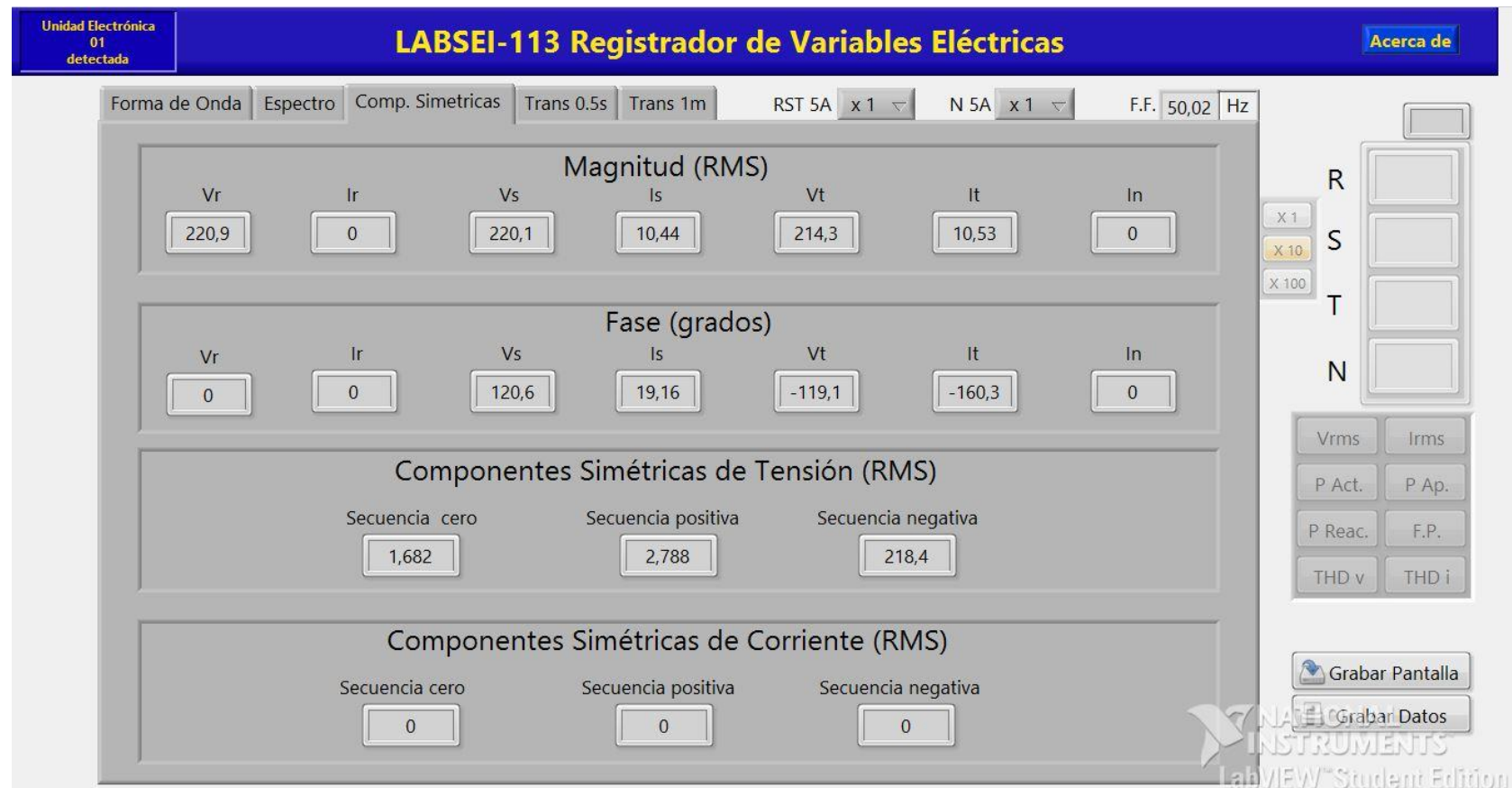
Falla de desconexión de una fase del Estator

- Espectro de corriente de estator fase T:
- Se puede ver presencia de 3°, 5° y 7° armónico.
- THDi aproximadamente 3,4% menor que 6% sin falla. Crecen las fundamentales.



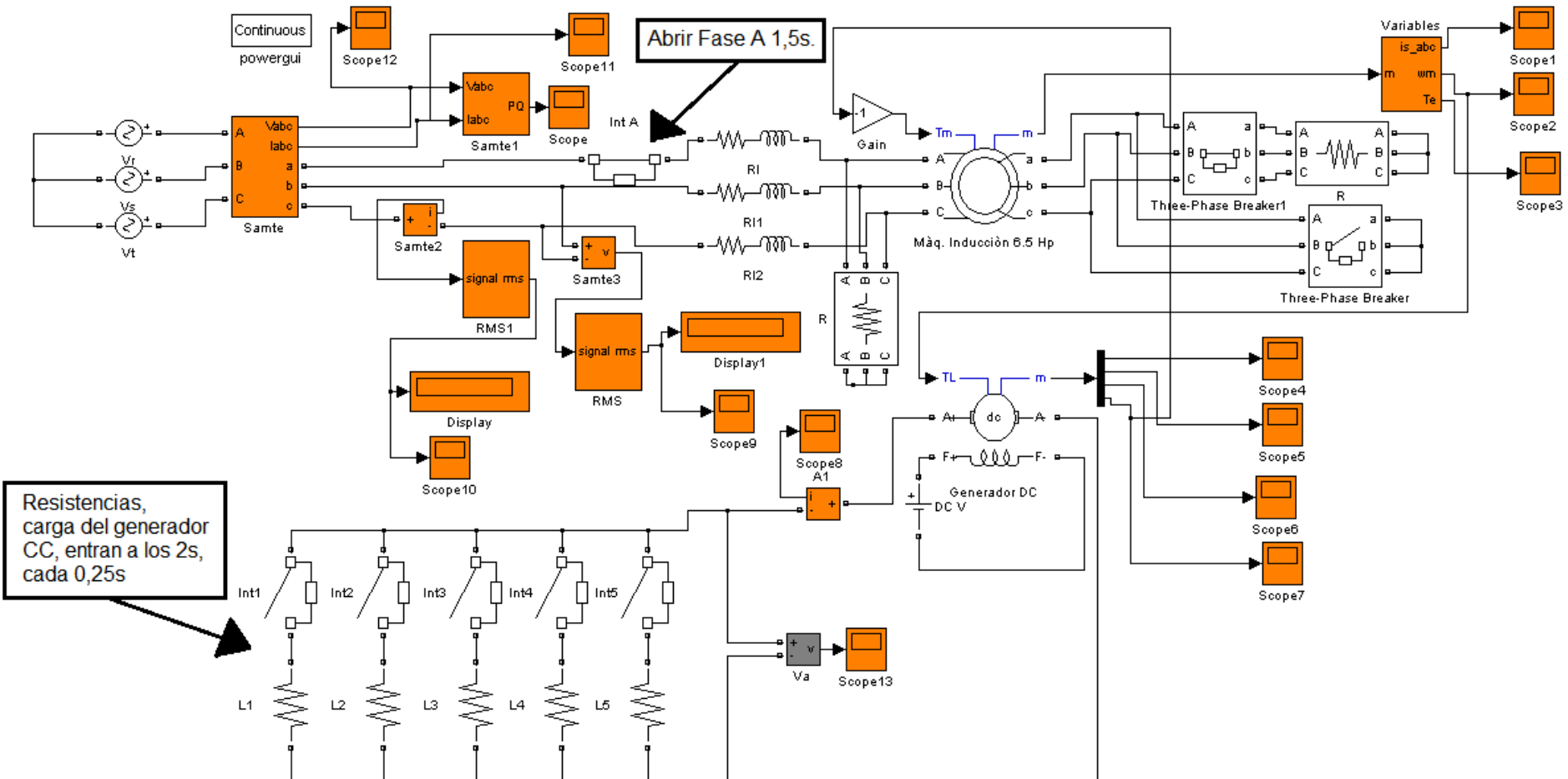
Falla de desconexión de una fase del Estator

- Componentes simétricas y fasores
- Se puede ver el desfase de 180° entre corrientes.



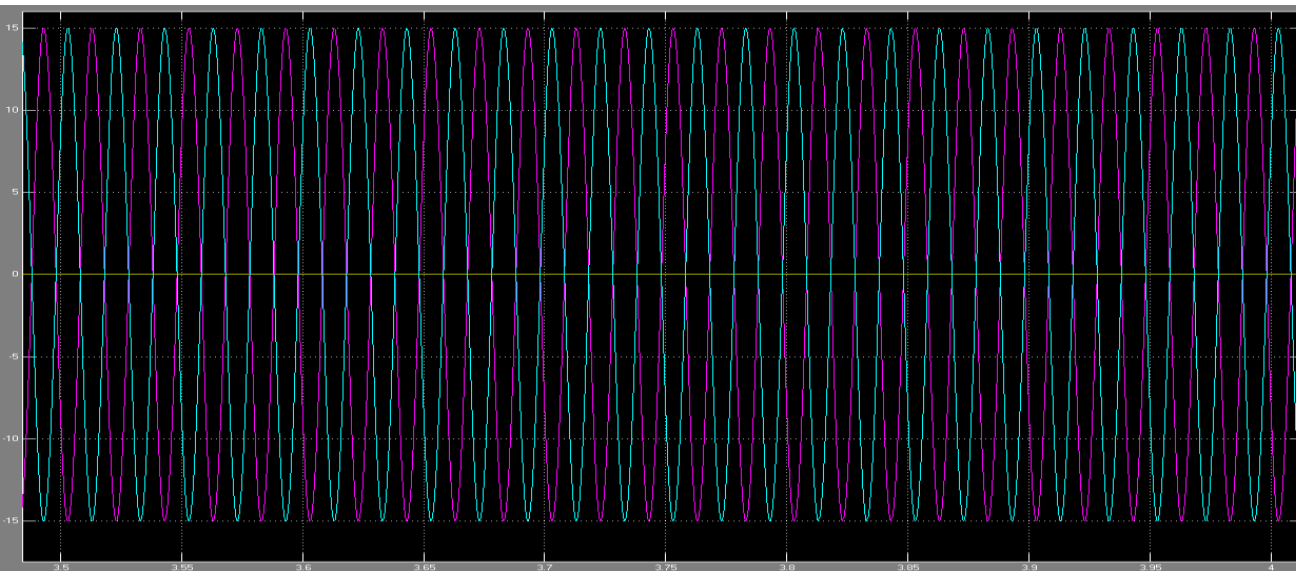
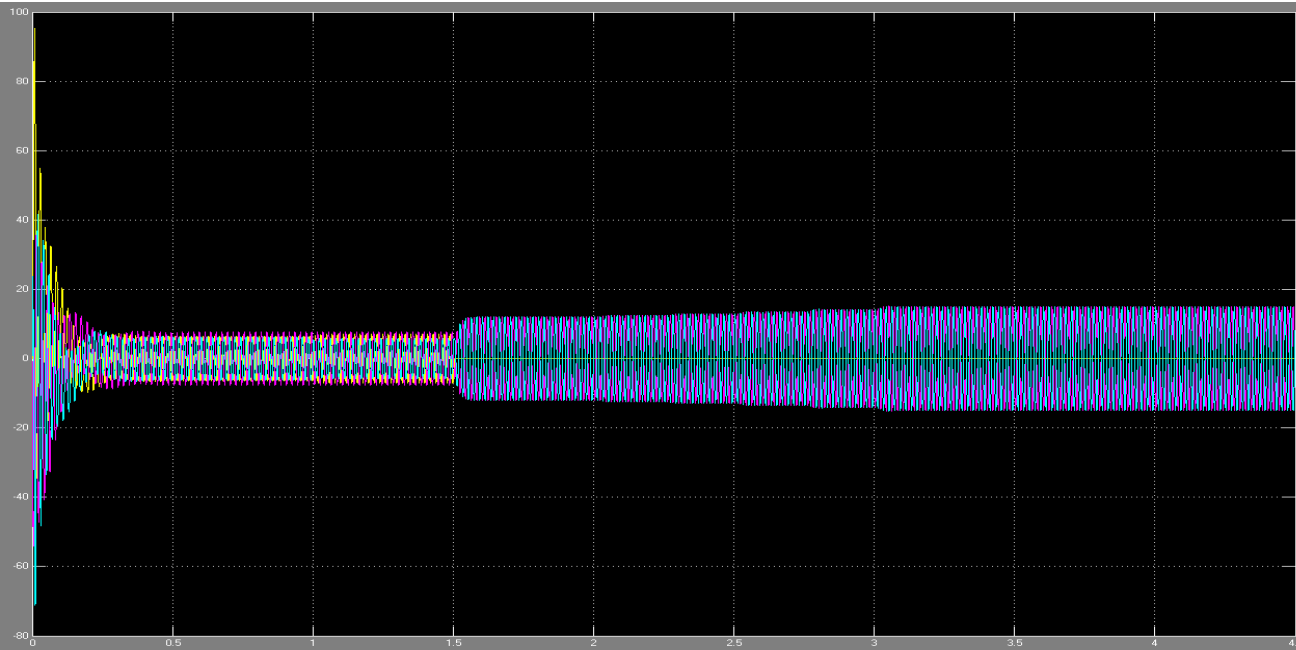
Falla de desconexión de una fase del Estator

- Simulación:
- Se presenta el modelo usado en MATLAB Simulink.

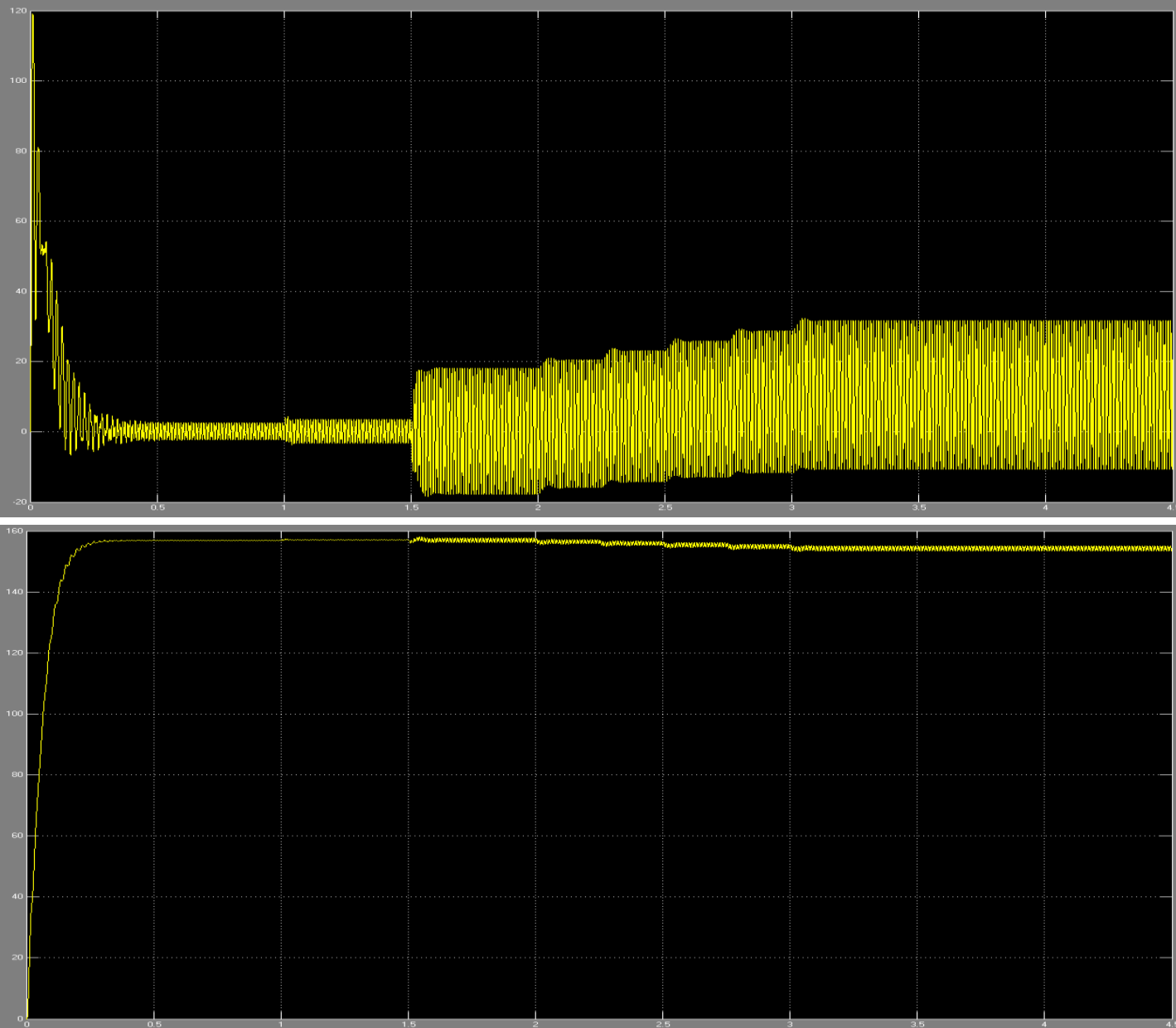


Falla de desconexión de una fase del Estator

- Corrientes de estator:
- Se va a cero la fase abierta
- Las otras dos fases crecen en amplitud y se desfasan 180° .



Falla de desconexión de una fase del Estator



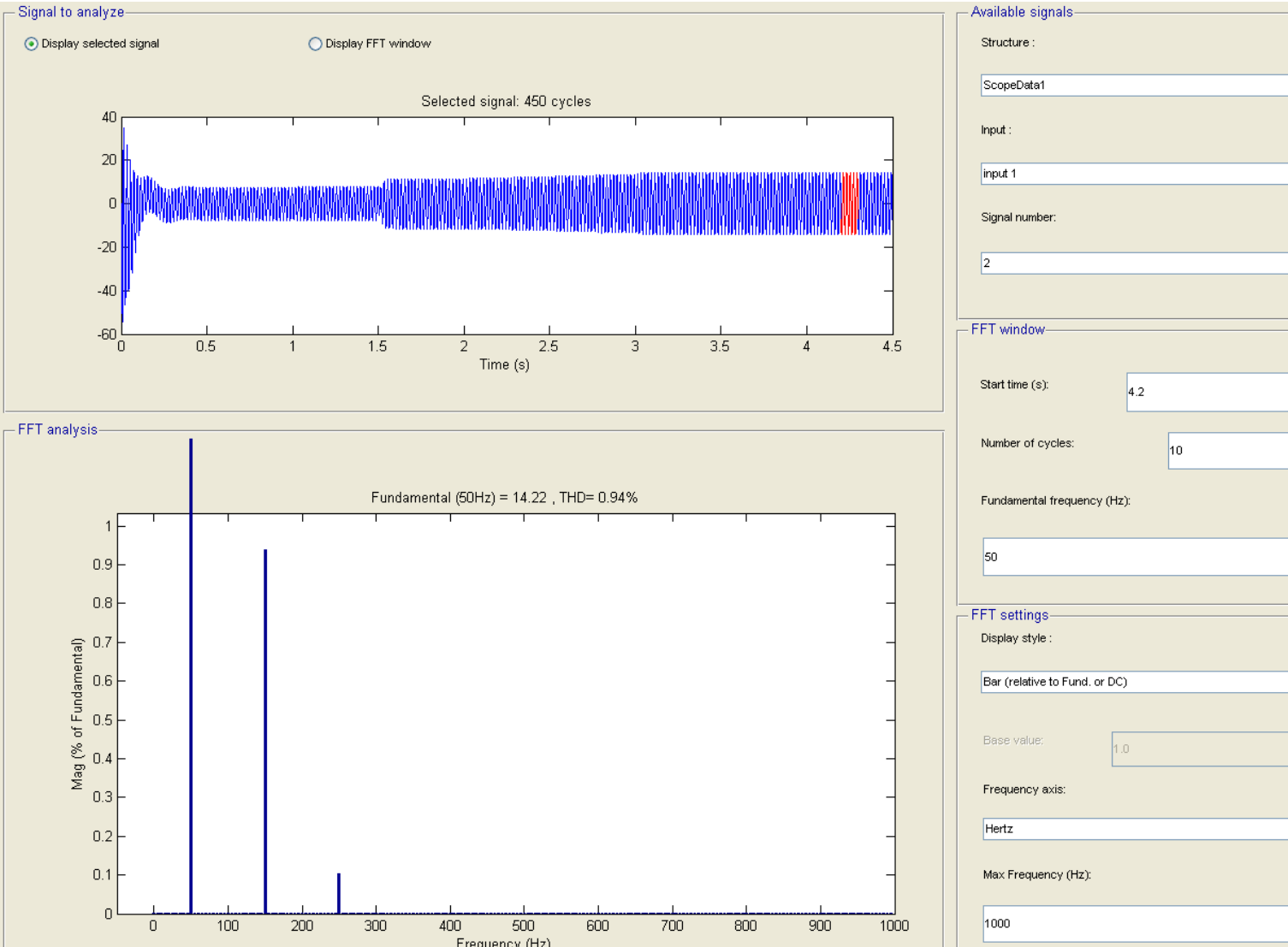
- Torque:
presenta pulsaciones de gran amplitud en torno a su valor medio.
- Velocidad:
pulsa en respuesta al torque.

Falla de desconexión de una fase del Estator



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

Espectro de corriente estator Fase R:



- THDi = 1%
- Distorsión más significativa en 150 (Hz).

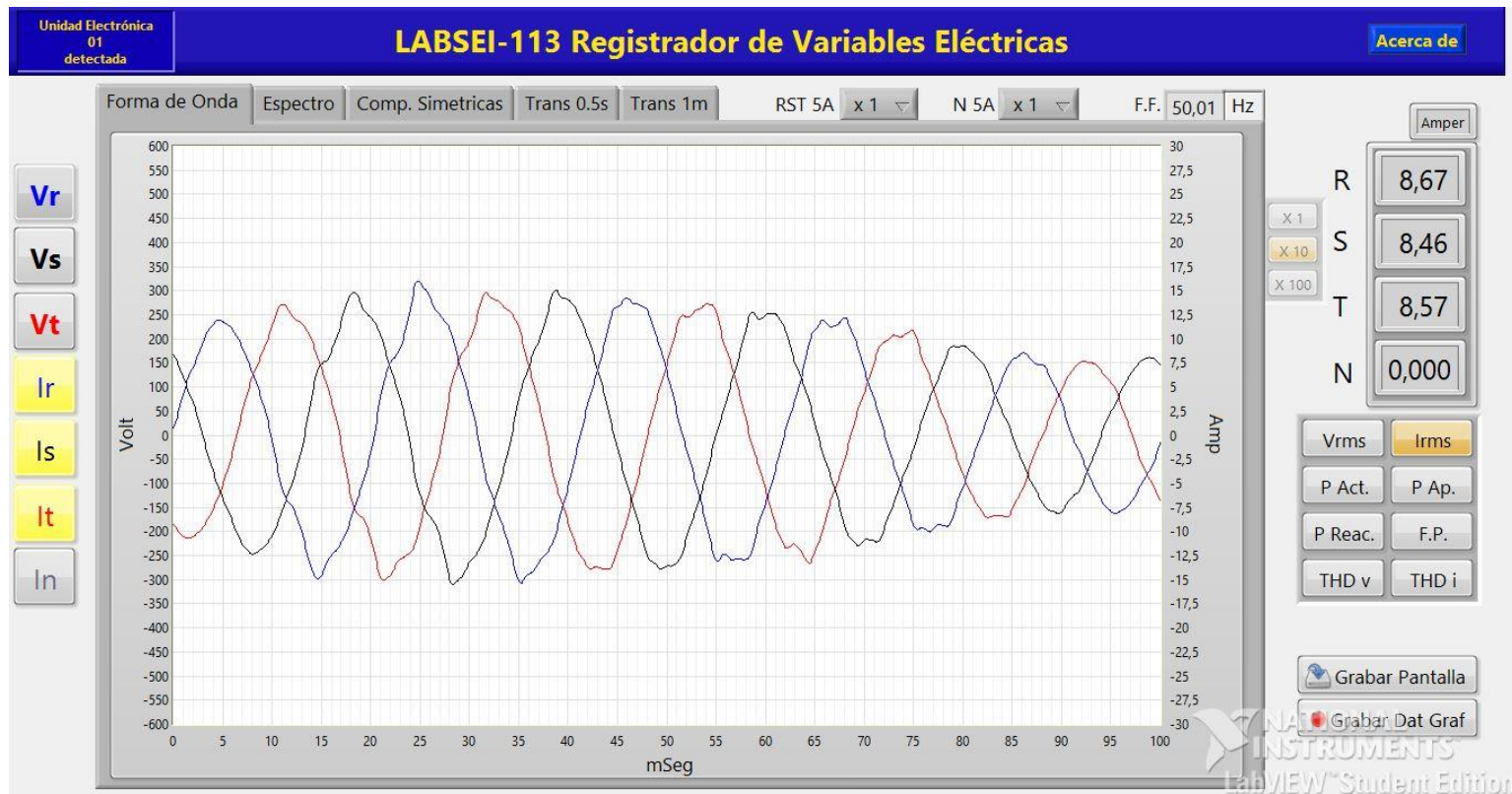
Falla de desconexión de una fase del Estator



- Conclusiones:
- El THDi se puede contrastar con la simulación sin falla que efectivamente, la distorsión armónica aumenta de 0,2% a 1%.
- Aparece componente 3° armónico como característica.
- Torque y velocidad experimentan pulsaciones.

Falla de desconexión de una fase del Rotor

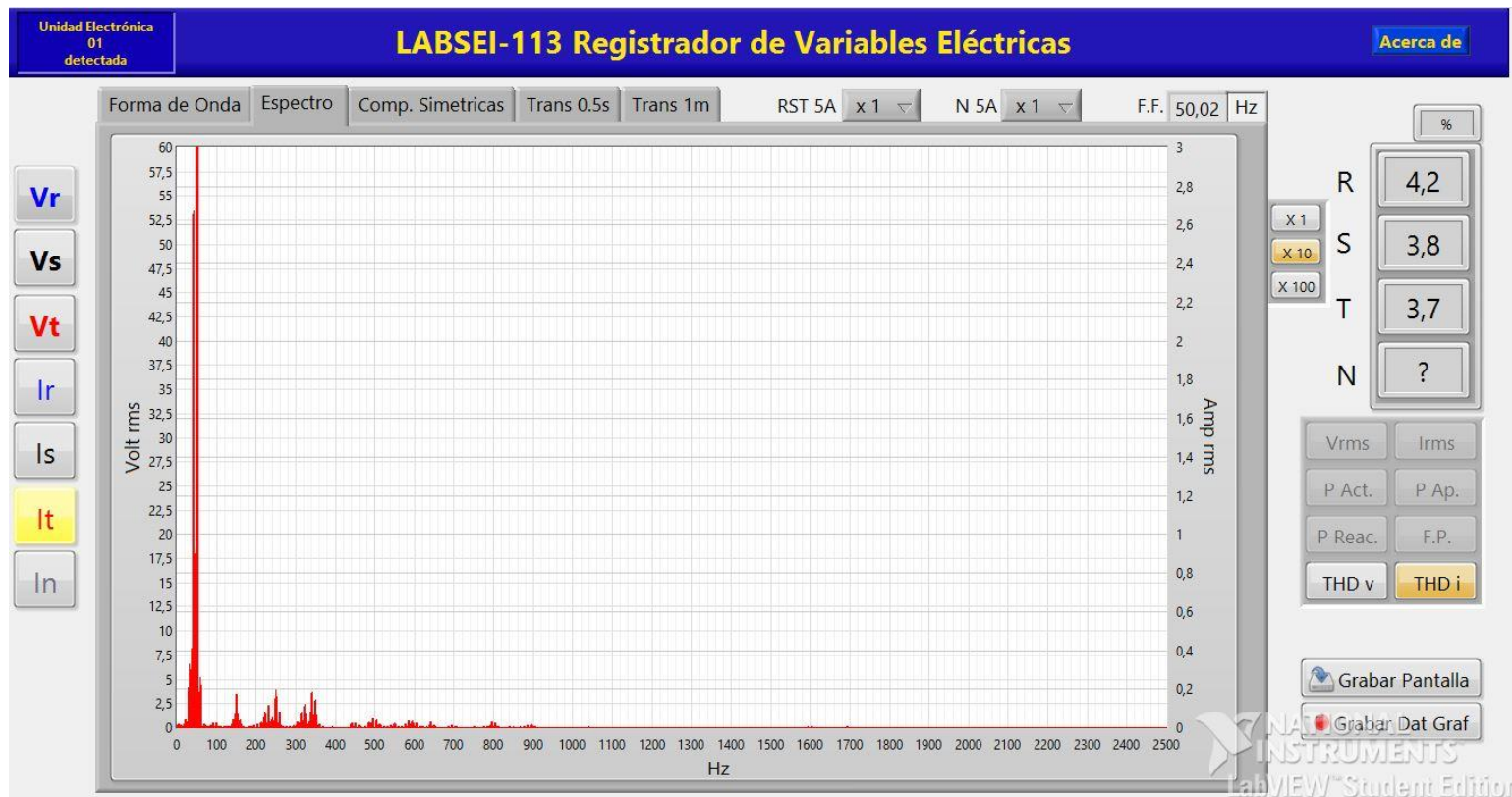
- Corrientes de estator:



- Corriente oscila de forma cíclica en el tiempo.

Falla de desconexión de una fase del Rotor

- Espectro de corriente de estator fase T:
- Podemos ver la presencia de contenido inter-armónico principalmente alrededor de la frecuencia fundamental.
- THDi es 4%, menor al THDi 6% sin falla.



Falla de desconexión de una fase del Rotor

- Componentes simétricas y fasores

Unidad Electrónica
01
detectada

LABSEI-113 Registrador de Variables Eléctricas

Acerca de

Forma de Onda Espectro Comp. Simétricas Trans 0.5s Trans 1m RST 5A x 1 N 5A x 1 F.F. 50,10 Hz

Magnitud (RMS)

Vr

218,8

Ir

8,18

Vs

219,1

Is

8,065

Vt

215,6

It

8,117

In

0

Fase (grados)

Vr

0

Ir

-63,09

Vs

119,8

Is

57,75

Vt

-119,2

It

177,9

In

0

Componentes Simétricas de Tensión (RMS)

Secuencia cero

1,699

Secuencia positiva

1,461

Secuencia negativa

217,9

Componentes Simétricas de Corriente (RMS)

Secuencia cero

0,06704

Secuencia positiva

0,03733

Secuencia negativa

8,121

R

S

T

N

X 1
X 10
X 100

Vrms

Irms

P Act.

P Ap.

P Reac.

F.P.

THD v

THD i

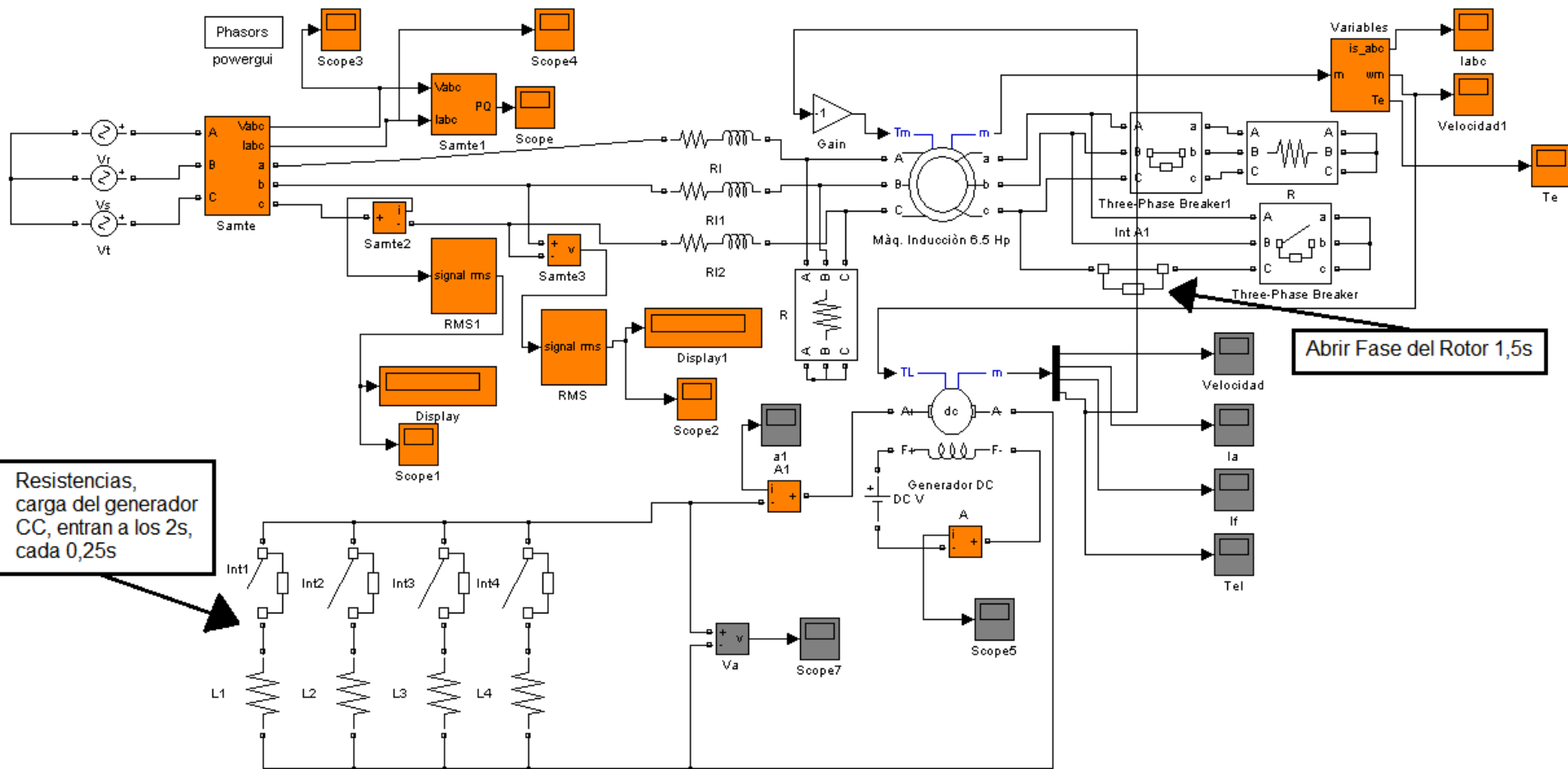
Grabar Pantalla

Grabar Datos

LABSEI-113
INSTRUMENTS
LabVIEW Student Edition

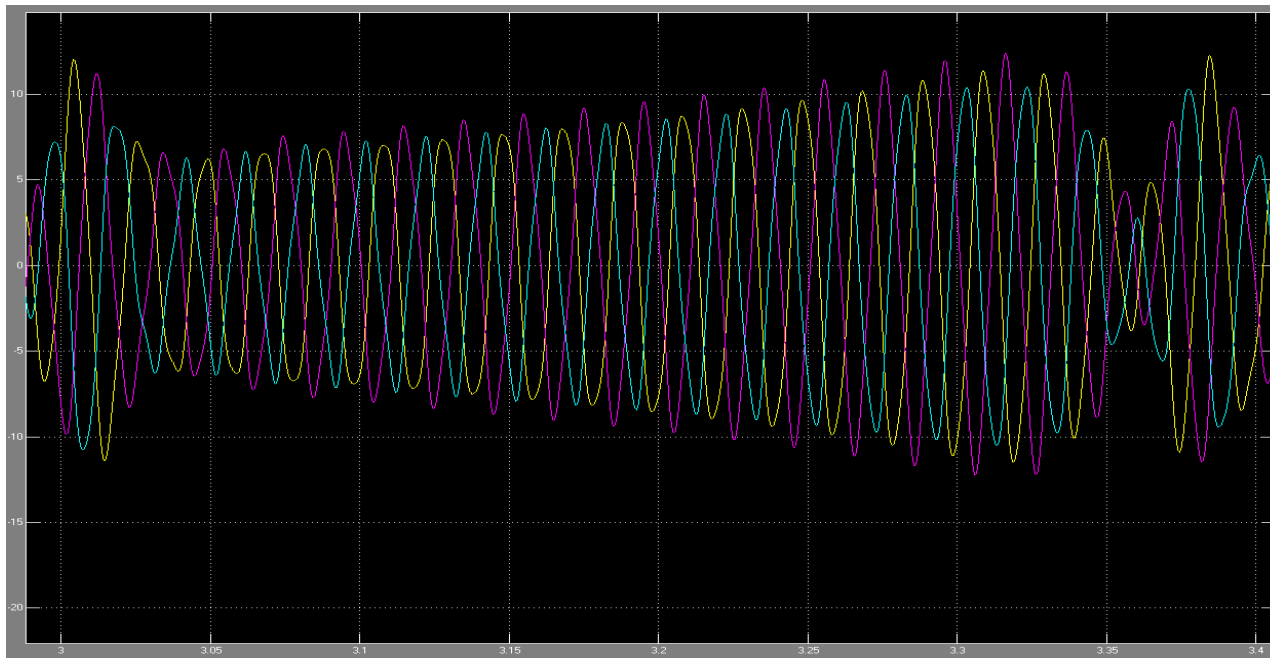
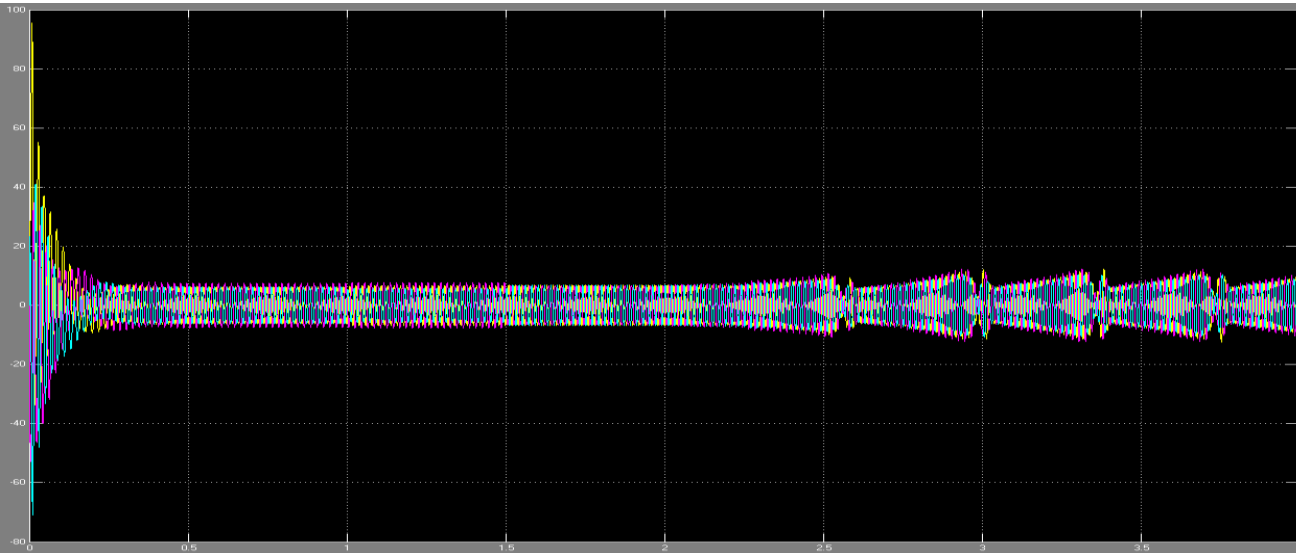
Falla de desconexión de una fase del Rotor

- Simulación:
- Se presenta el modelo usado en MATLAB Simulink.

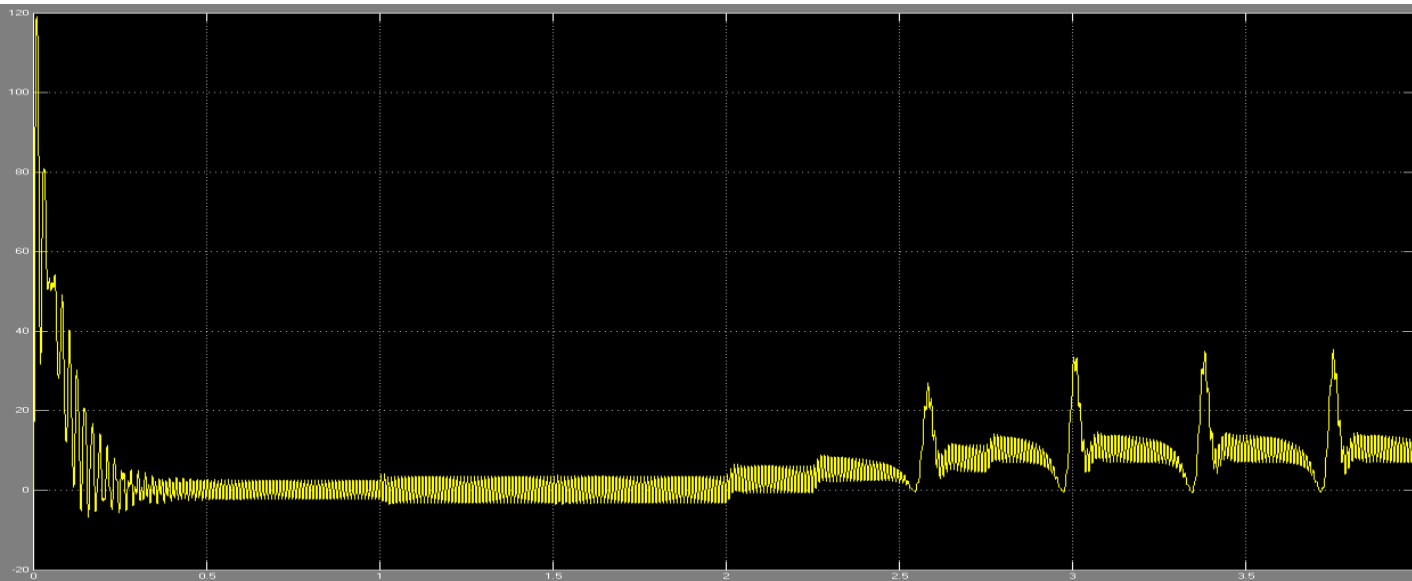


Falla de desconexión de una fase del Rotor

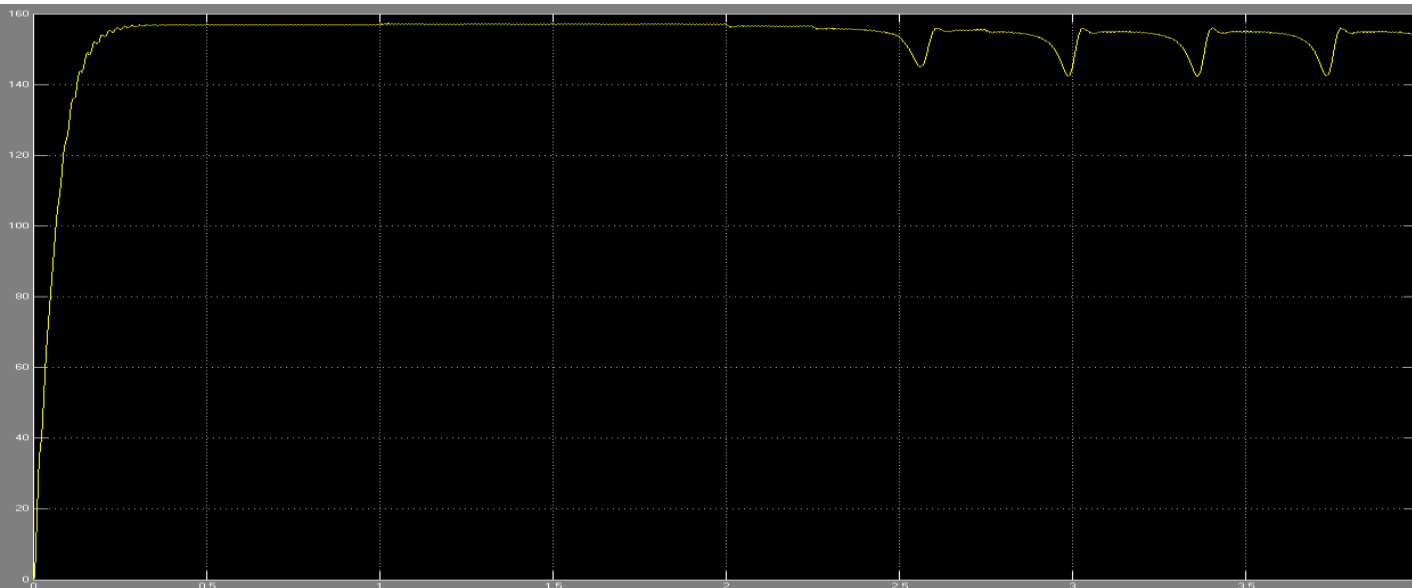
- Corrientes de estator:
- Comportamiento oscilante cíclico.



Motor sin falla, bajo carga moderada



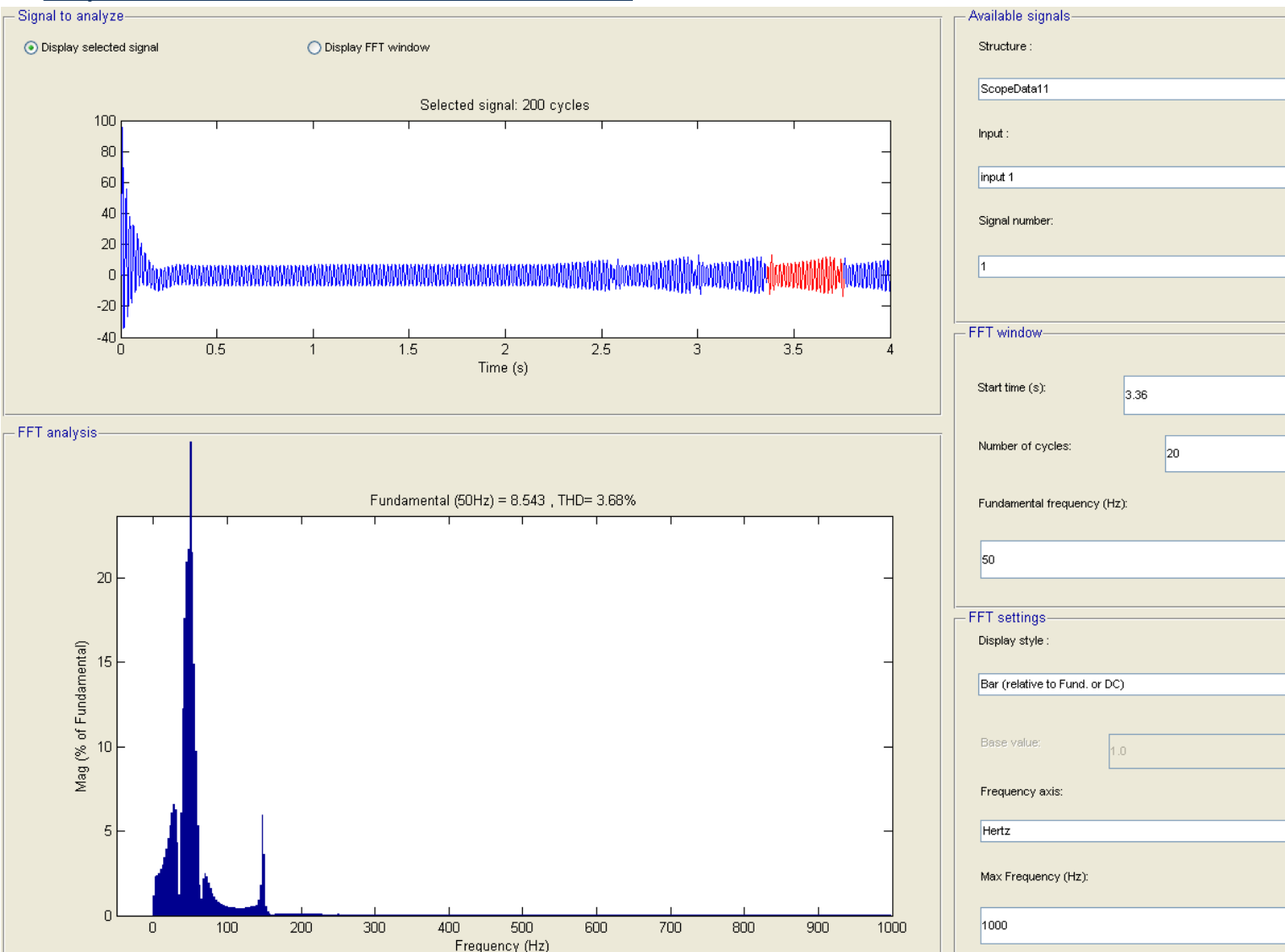
- Torque:
pulsante con
comportamiento
oscilatorio



- Velocidad:
cae cuando el
torque tiene 'peaks'

Falla de desconexión de una fase del Rotor

Espectro de corriente estator Fase R:



- THDi = 4%
- Distorsión interarmónica alrededor de la fundamental con una componente de 3° armónico

Falla de desconexión de una fase del Rotor



- Conclusiones:
- Principal característica de espectro para este tipo de falla son los armónicos de gran amplitud que se forman alrededor de la frecuencia fundamental.
- Respecto al torque y la velocidad, que esas formas de onda tan cambiantes, provocarán un funcionamiento evidentemente anormal que puede evolucionar en más excentricidades.

Conclusiones Finales



- Motor sin falla trabaja con corrientes armónicas, propias de aspectos constructivos de la máquina.
- Falla desconexión de una fase del Estator, tiene como principal característica, componente de 3° armónico (150Hz)
- Falla desconexión de una fase del Rotor, produce oscilación cíclica en la corriente, contaminación interarmónica importante de 20 a 70[Hz], tiene como consecuencia oscilación de velocidad y torque.
- En ambiente de simulación ante falla aumentaba THDi, en cambio para la parte experimental THDi se ve disminuido.
- A modo general se pudo ver bien reflejado en los espectros tanto experimental como simulado, los comportamientos de las corrientes frente a las situaciones
- Solo queda por implementar la parte final respecto a VdF, lo cual será referenciado de la memoria realizada por Carlos Melo: “Simulación y ensayos del VdF SD700 para análisis de Armónicos, Transitorios y Componentes simétricas”.

Muchas gracias por su atención