

COLAPSO DEL SISTEMA NORESTE de EE.UU. y SURESTE DE CANADÁ.

14/08/03



- **Fecha y hora:** Jueves 14 de agosto 2003 a las 16:11 hora local. (17:11 Argentina)
- **Resumen:**
- A las 16:11 hs. se produce un colapso regional en la zona NE. de los EE.UU. y el sur de Canadá.
- La temperatura media del área llegaba a los 32 °C.
- Los eventos que produjeron el colapso del área comenzaron a desencadenarse por lo menos una hora antes del “blackout”.
- Las áreas afectadas por los cortes fueron:
 - Zona de Grandes Lagos.
 - Michigan
 - Ohio
 - Nueva York.
 - Ontario
 - Québec
 - Nueva Jersey.
 - Massachussets.
 - Connecticut.



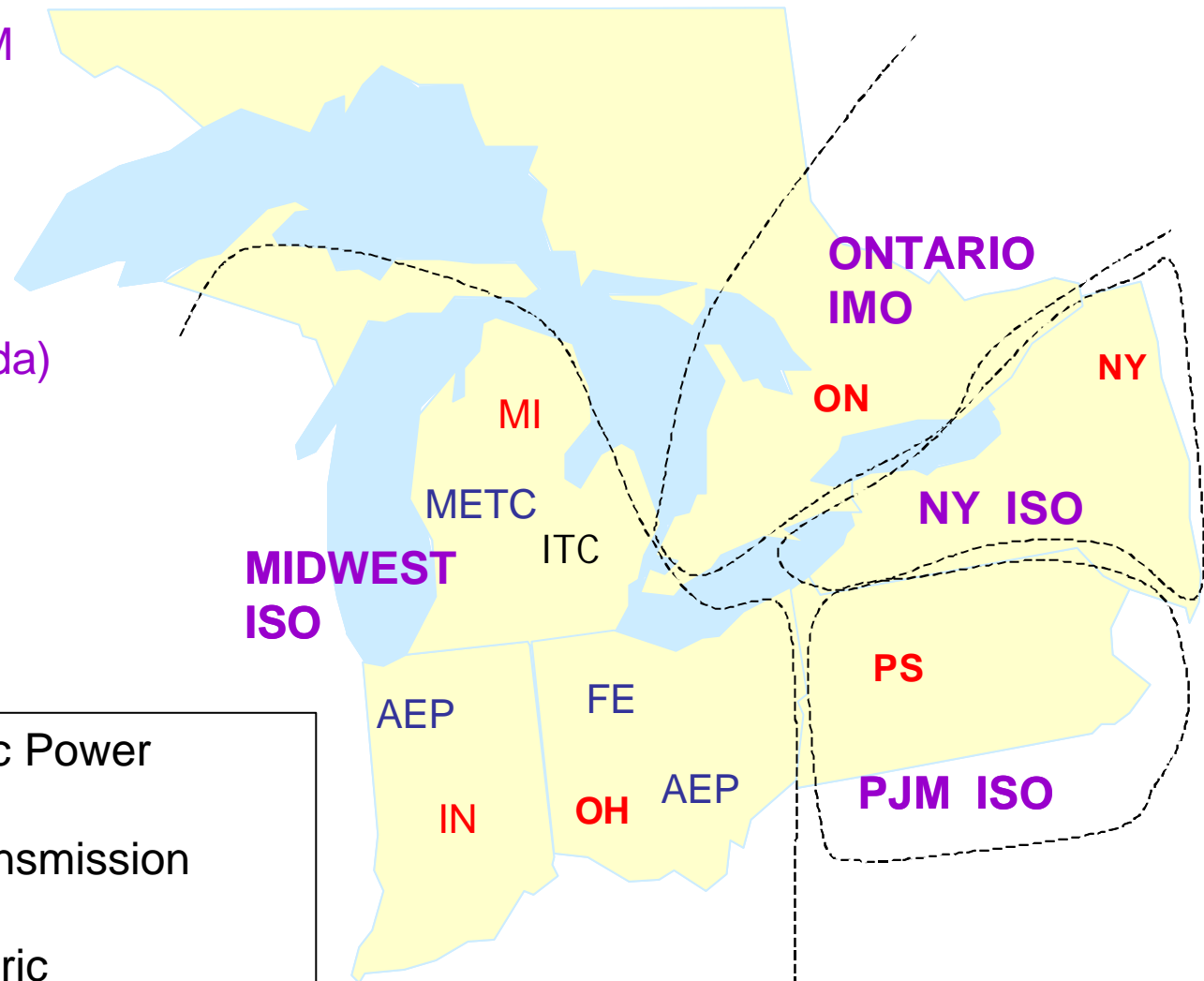
Descripción Secuencial elaborada en Base a información de:

- International Transmission Company (Empresa Transportista de Michigan)
- U.S./Canada Task Force

ISOs AFECTADOS

INDEPENDENT SYSTEM OPERATOR:

- NEW YORK ISO
- MIDWEST ISO
- PJM ISO
- ONTARIO IMO (Canada)



AEP - American Electric Power
FE - FirstEnergy
ITC - International Transmission Company
METC - Michigan Electric Transmission Company

SECUENCIA DE LOS PRIMEROS EVENTOS EN NORTE DE OHIO

CENTRAL NUCLEAR DE 880 MW F/S

13:30 SALE GENERADOR TV 550 MW

1° 15:06

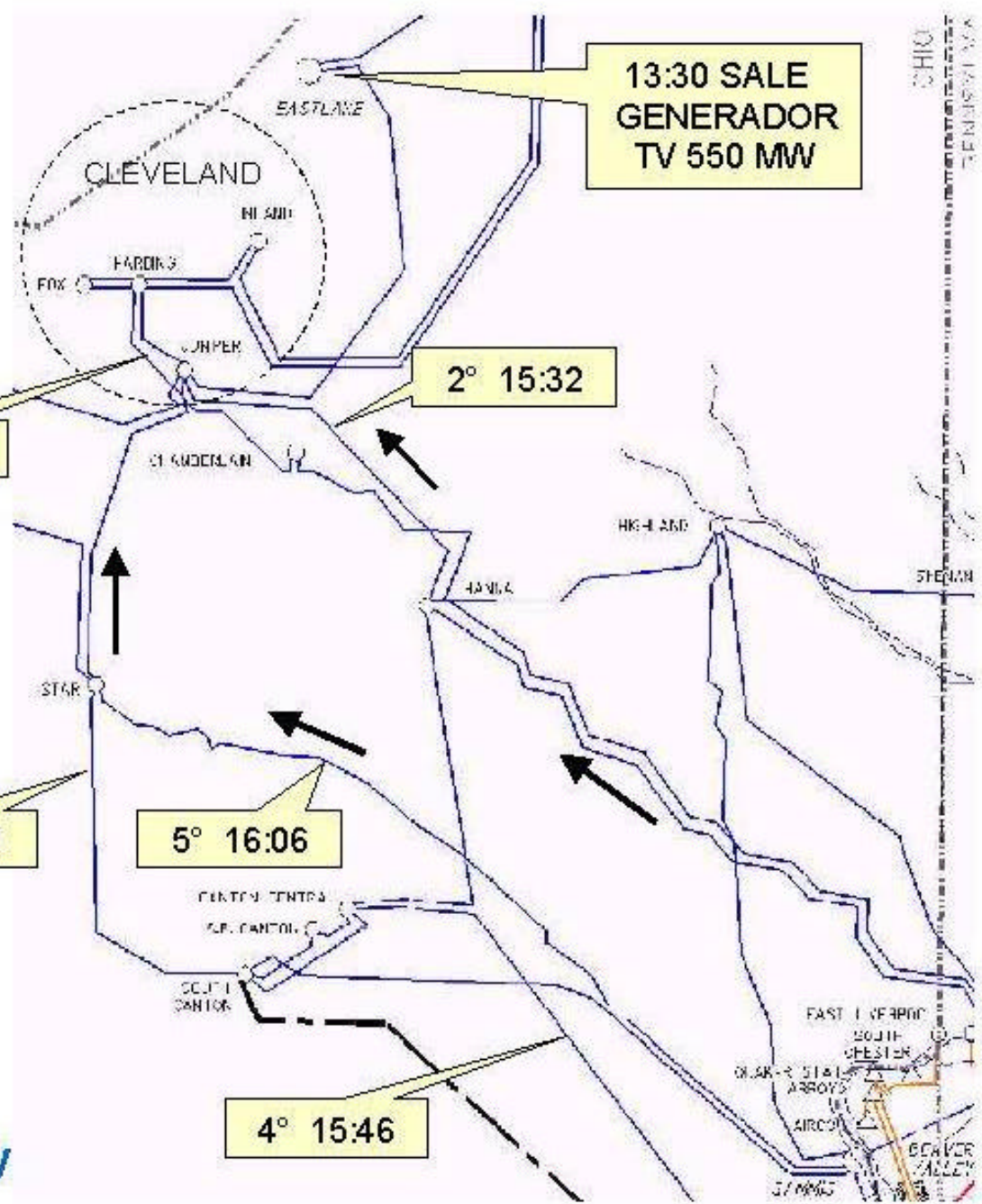
2° 15:32

3° 15:41

5° 16:06

4° 15:46

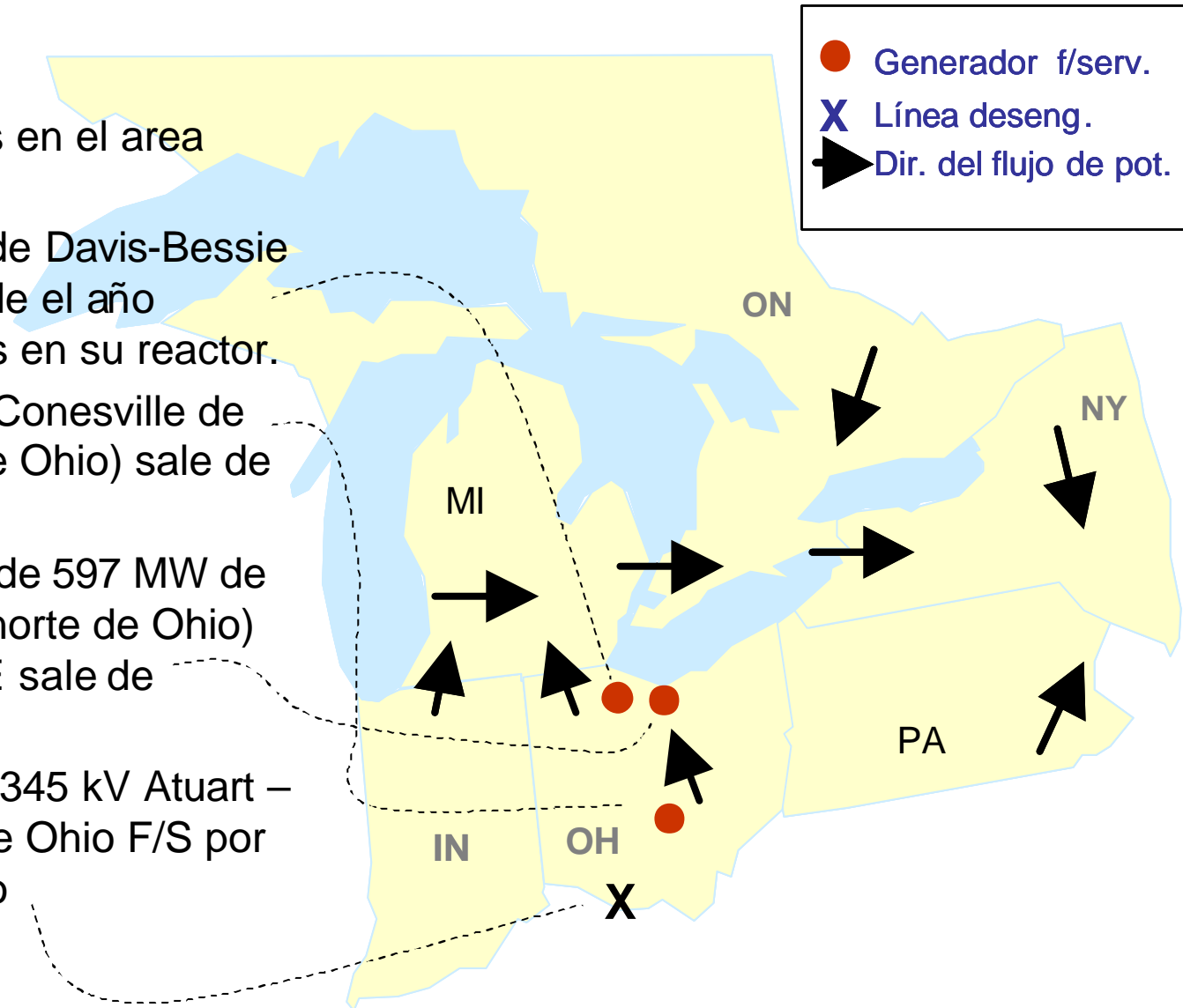
LINEAS DE 345 KV



PREFALLA

ENTRE 12:05 Y 14:02

- Altas temperaturas en el area (32°C).
- La planta nuclear de Davis-Bessie (880MW) F/S desde el año anterior por roturas en su reactor.
- 12:05. Generador Conesville de 375 MW (centro de Ohio) sale de servicio
- 13:31. Generador de 597 MW de Central Eastlake (norte de Ohio) perteneciente a FE sale de servicio.
- 14:02 La línea de 345 kV Atuart – Atlanta en el sur de Ohio F/S por incendio de campo

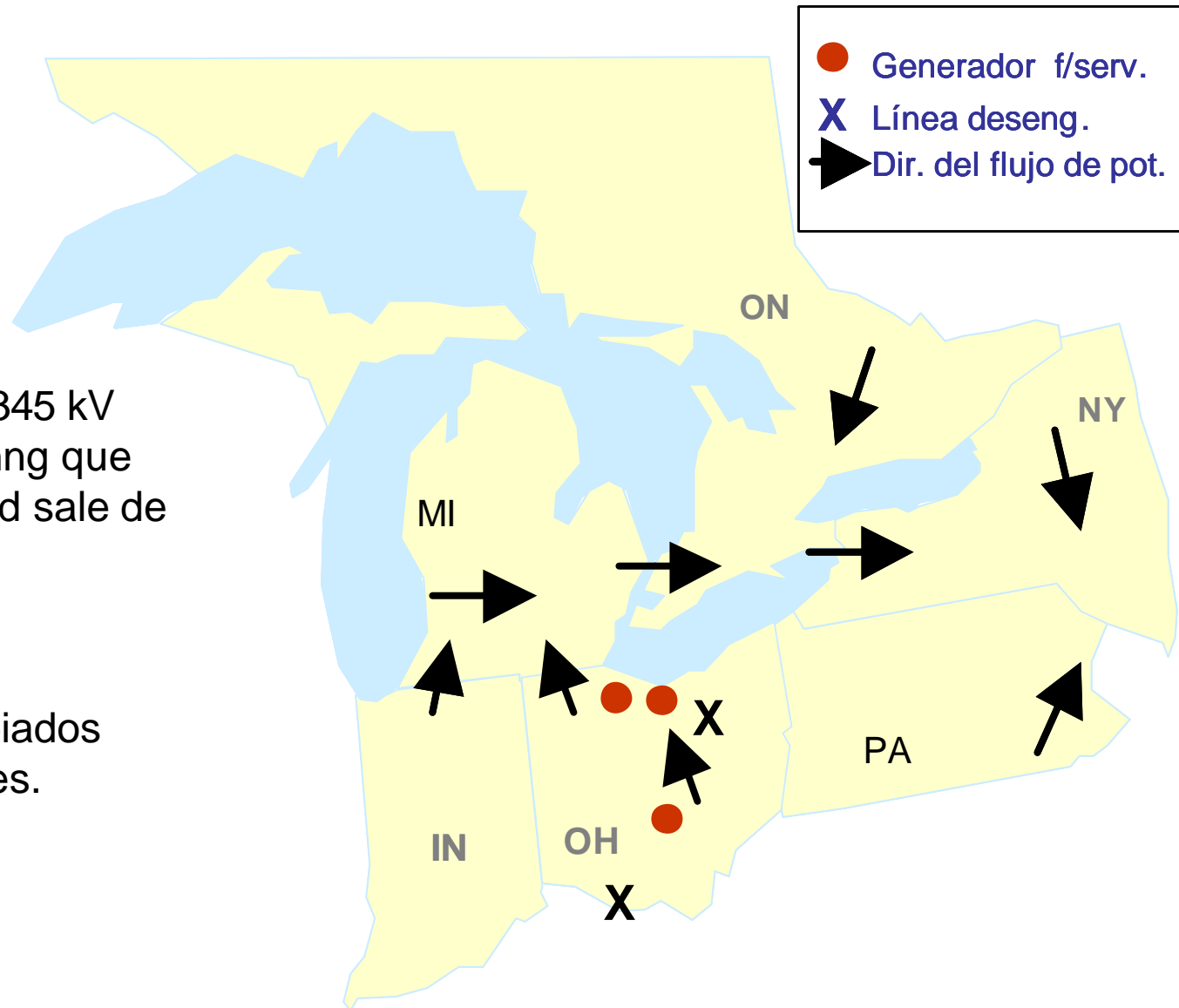


- Generador f/serv.
- X Línea deseng.
- ▶ Dir. del flujo de pot.

1 hora después – Salida de la primer línea en Ohio

15:06

- 15:06: La línea de 345 kV Chamberlain-Hardinng que alimenta a Cleveland sale de servicio (causa aun desconocida).
- Los flujos intercambiados permanecen estables.



Time to Blackout

t= -1:05:00

25 minutos más tarde

15:32

- Una segunda línea que alimenta a la ciudad de Cleveland (que tomó carga de la línea que había salido) aumenta su flecha, hace contacto con un árbol y dispara
Hanna- Juniper 345 kV
- El sistema de transporte cercano a Cleveland experimenta baja tensión.
- Los intercambios con el estado de Michigan permanecen sin variaciones.



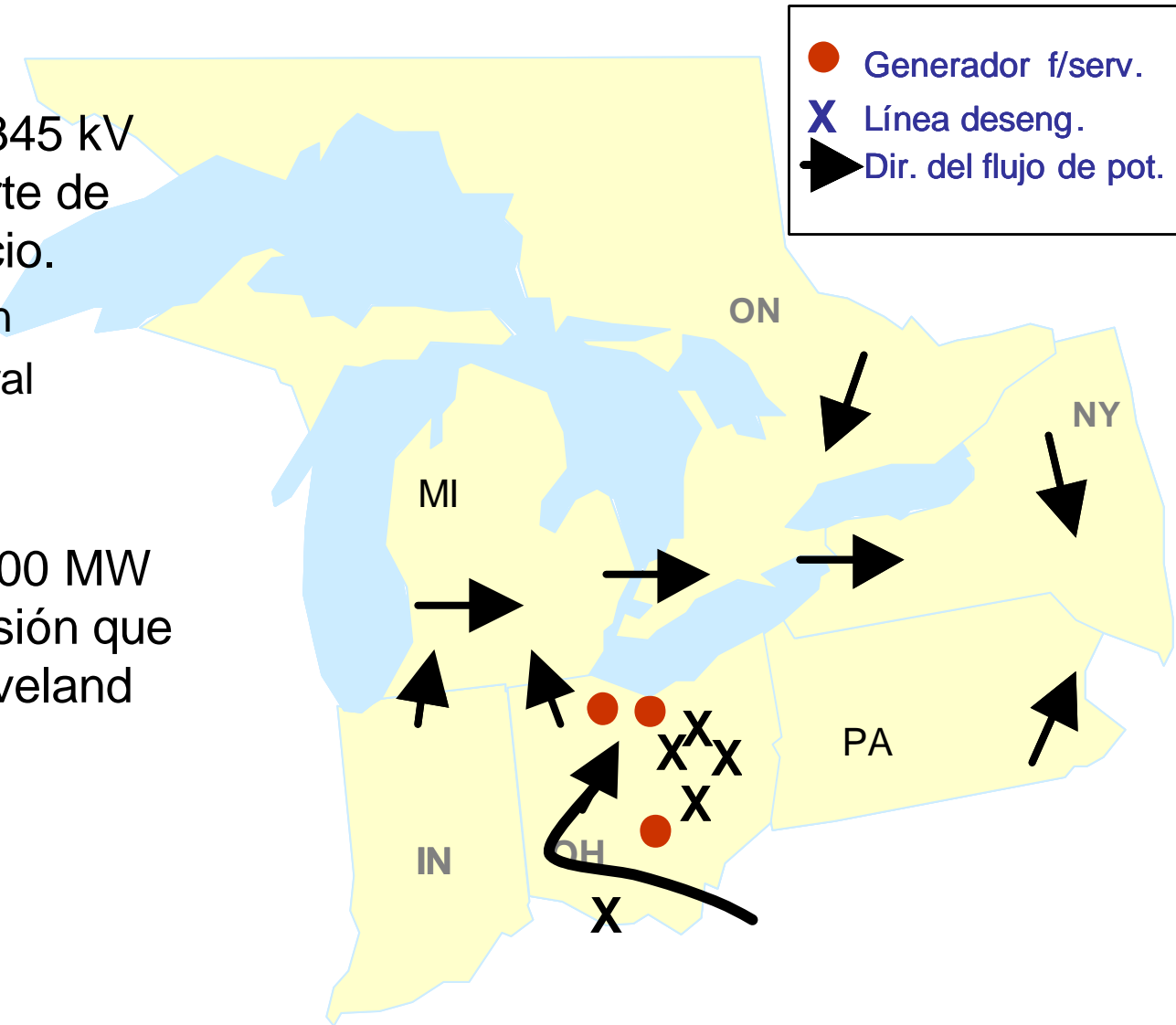
Time to Blackout

t= -0:39:00

10-15 minutos más tarde

15:32- 15:46

- Dos líneas más de 345 kV que alimentan el norte de Ohio salen de servicio.
 - Star- South Canton
 - Tidd-Canton Central
- Se desconectan espontáneamente 600 MW debido a la baja tensión que sufre el área de Cleveland



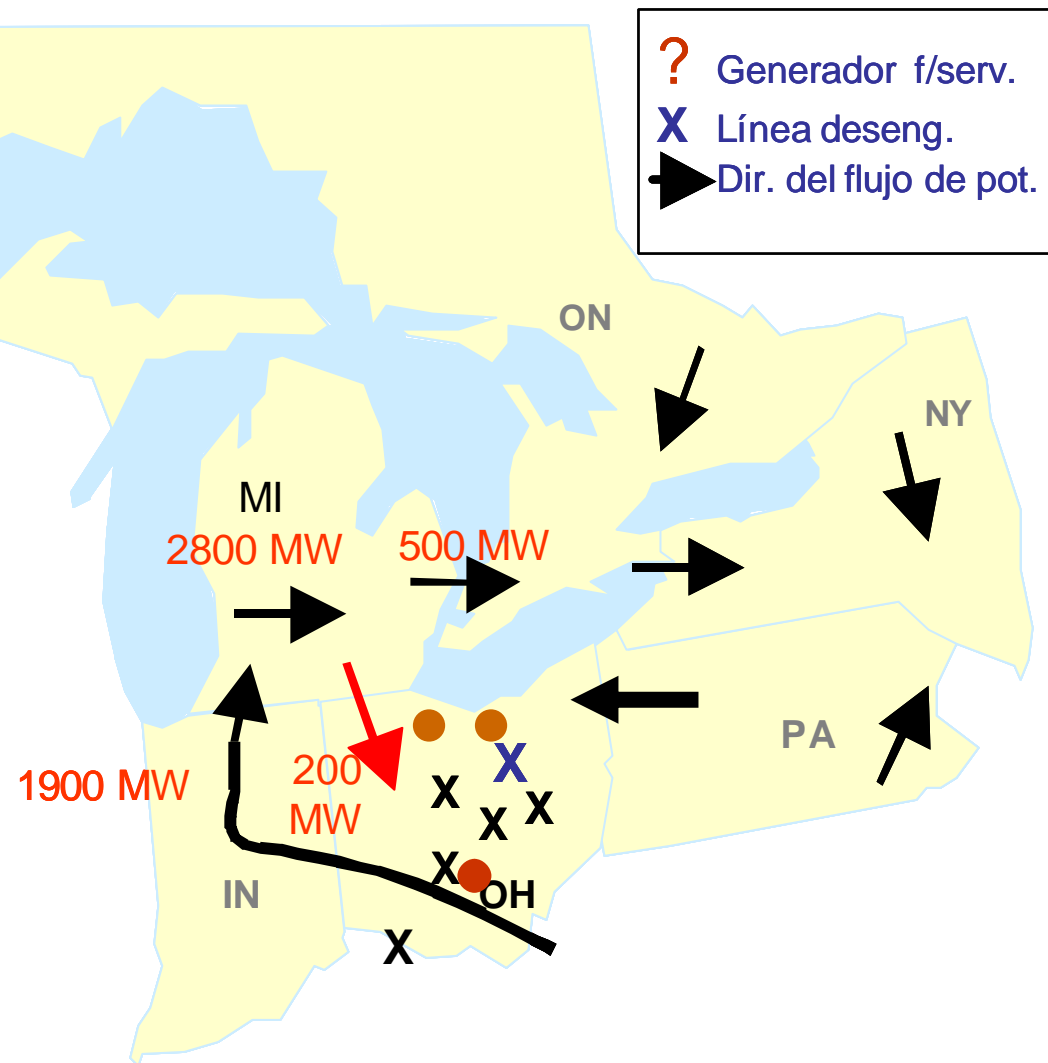
Time to Blackout

t= -0:24:00

20 minutos más tarde

16:06

- Una quinta línea de 345 kV Sammis-Star que suministra potencia a Cleveland sale fuera de servicio.
- Se corta el camino desde el sur de Ohio para alimentar el area de Cleveland.
- Salen varias líneas de 138 kV en el área
- El flujo entre Ohio y Michigan se invierte; Se transmiten 200 MW desde Michigan a Ohio.



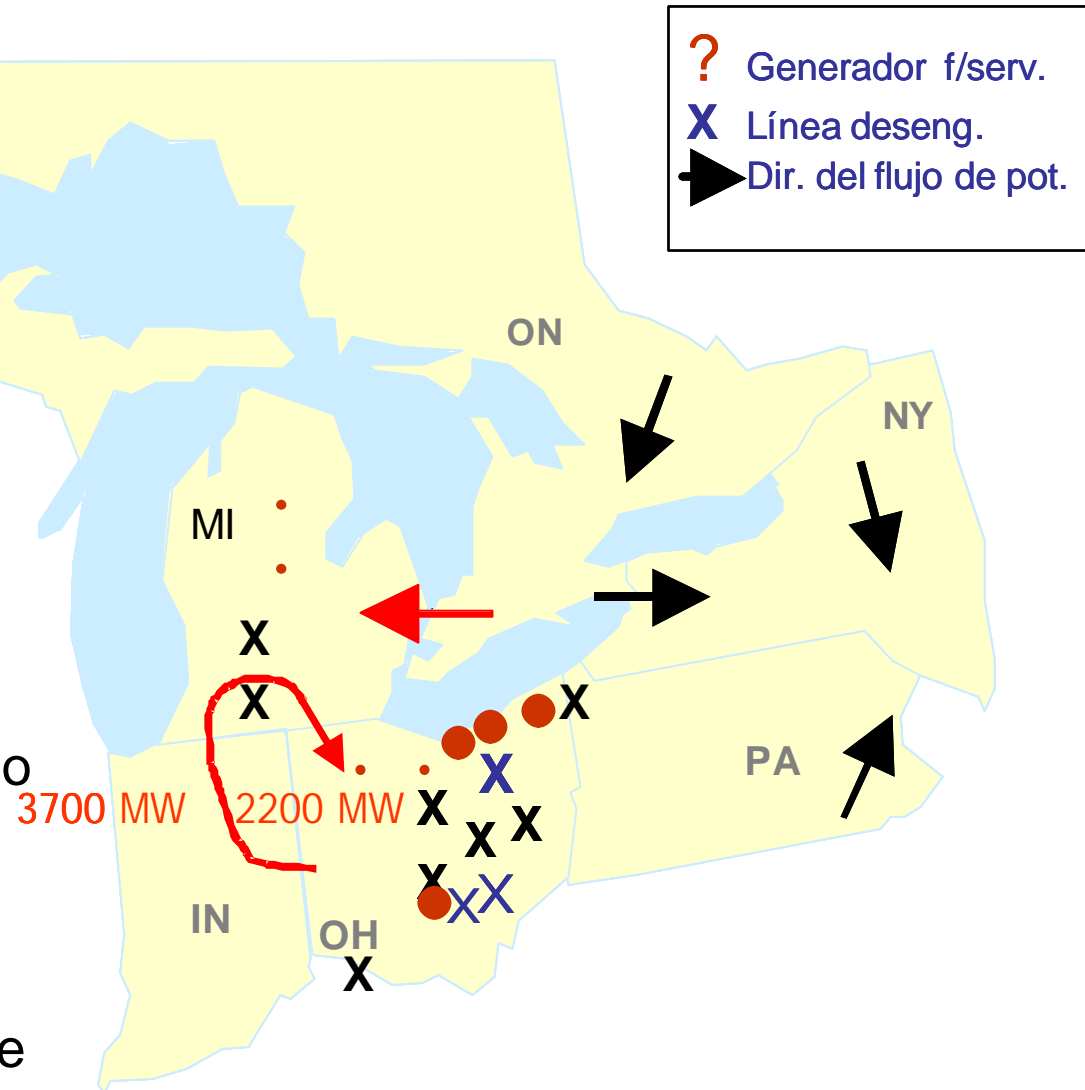
Time to Blackout

t= -0:05:00

Alrededor de 30-45 seg. más tarde...

16:09 :31 - 16:09:46

- F/S 20 generadores sobre el lago Erie (2200 MW)
- F/S Generador Central Midland Venture en norte de Michigan (1300 MW)
- F/S 2 líneas de 345 kV en Michigan
- F/S línea de 345 kV entre Ohio y Pennsylvania
- Los únicos caminos que quedan para alimentar el norte de Ohio es desde el Norte de Michigan y desde Ontario



Time to Blackout

t= -0:01:29

Alrededor de 1 minuto más tarde ...

16:10:00 - 16:10:38

- Al salir otra línea de 345 kV al norte de Michigan el único camino es a través de Ontario (Canadá). Los flujos desde Pennsylvania hacia Ohio se invierten y toman valores muy altos en una red debilitada
- La debilitación de la red y los grandes flujos por largos caminos produce posiblemente grandes oscilaciones de potencia e inestabilidad en tensión en el norte de Ohio y Michigan



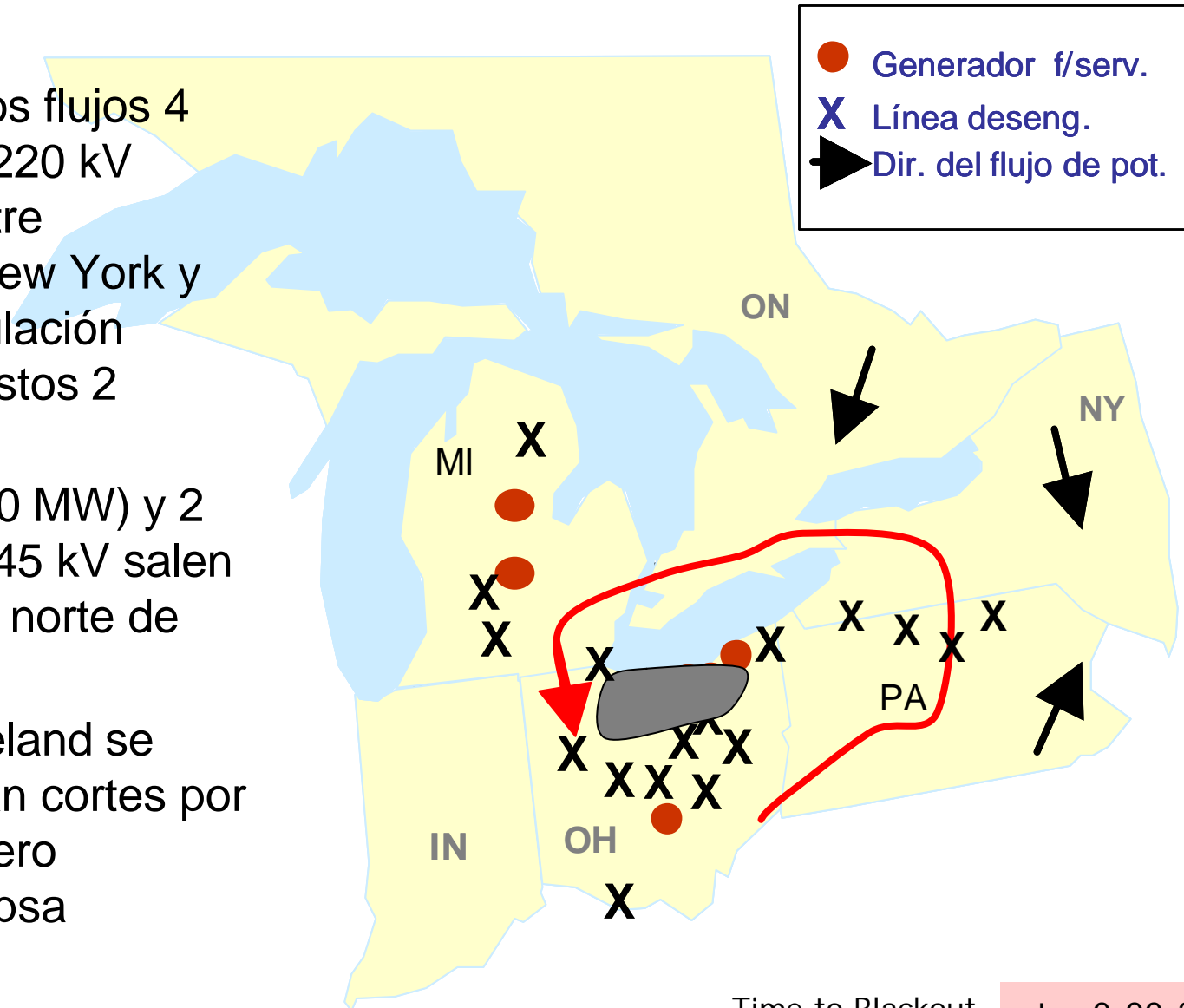
Time to Blackout

t= -0:00:30

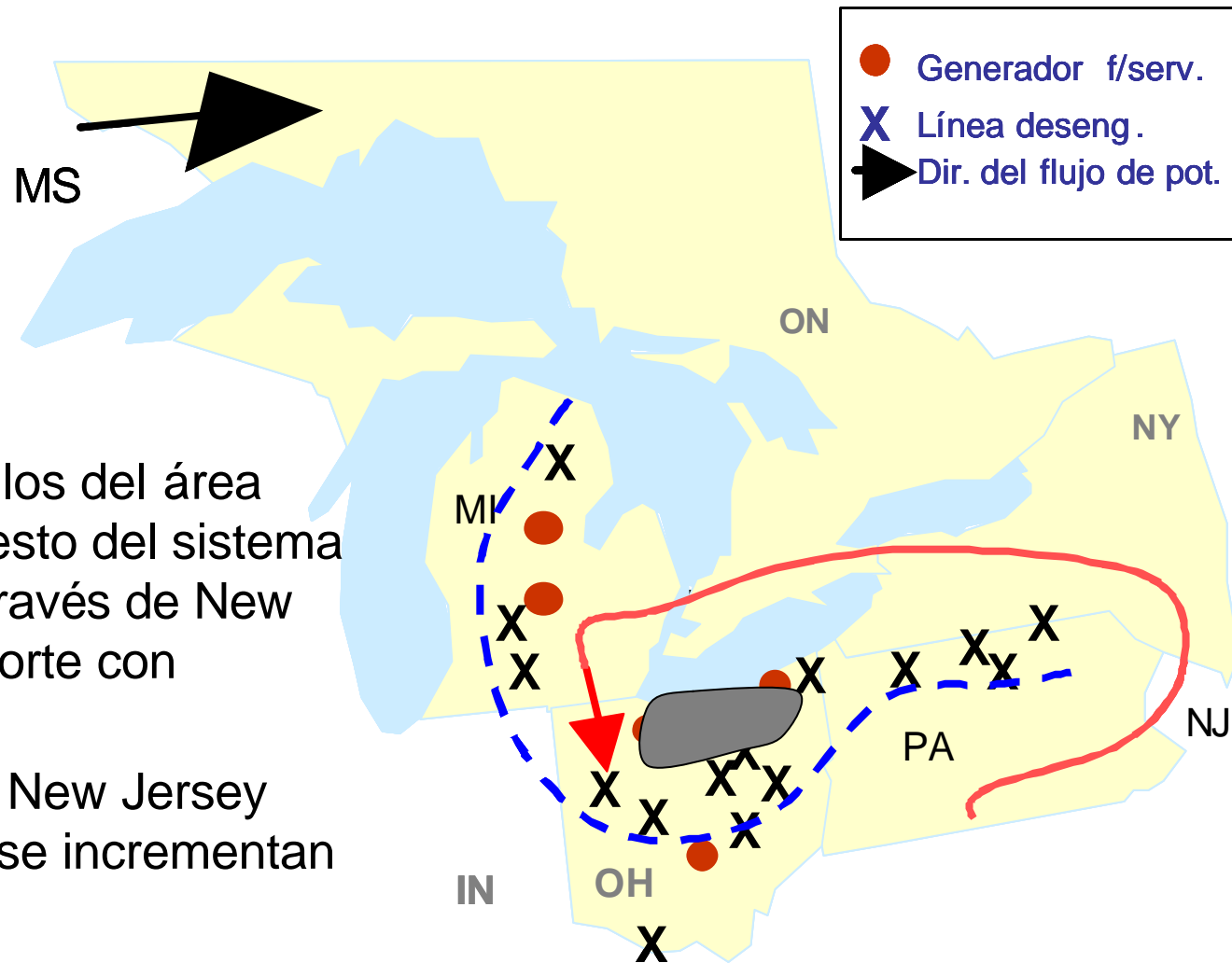
5 seg más, Colapsa área de Cleveland

16:10:40 - 16:10:44

- Debido a los altos flujos 4 líneas de 345 y 220 kV desconectan entre Pennsylvania y New York y separan la vinculación eléctrica entre estos 2 estados
- 2 centrales (1800 MW) y 2 líneas más de 345 kV salen de servicio en el norte de Ohio
- El área de Cleveland se aísla, se registran cortes por subfrecuencia pero igualmente colapsa



cont.



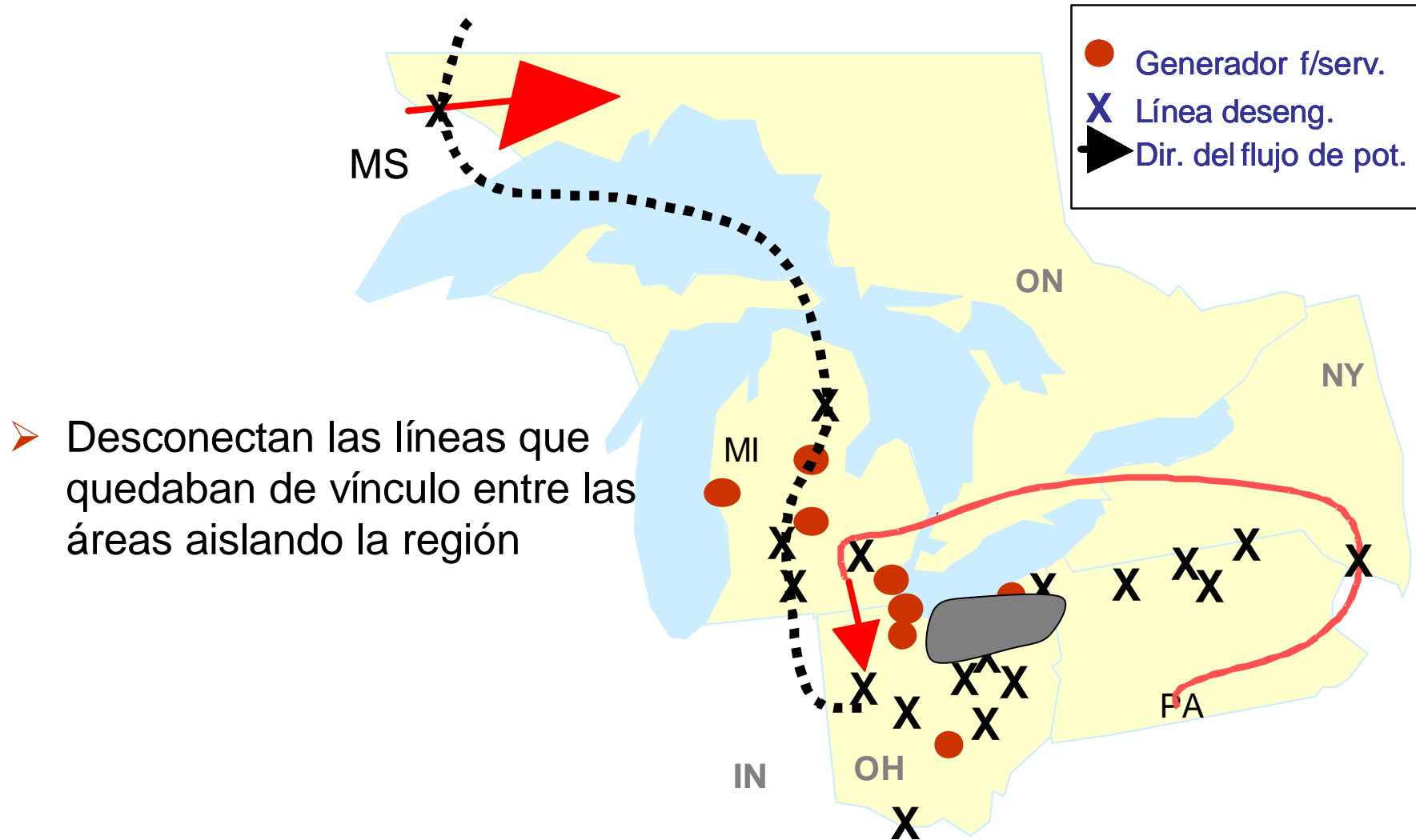
- Los únicos vínculos del área Noreste con el resto del sistema de EE UU es a través de New Jersey y por el norte con Minnesota.
- Los flujos desde New Jersey hacia New York se incrementan

Time to Blackout

t= -0:00:20

1 segundo más tarde

16:10:45



➤ Desconectan las líneas que quedaban de vínculo entre las áreas aislando la región

Time to Blackout

t= -0:00:15

10 seg más, separación en áreas

16:10:46 - 16:10:55

- Luego la isla se separa en 3 partes. El Este queda casi balanceado y la parte central y Oeste tiene cortes automáticos por baja frecuencia.

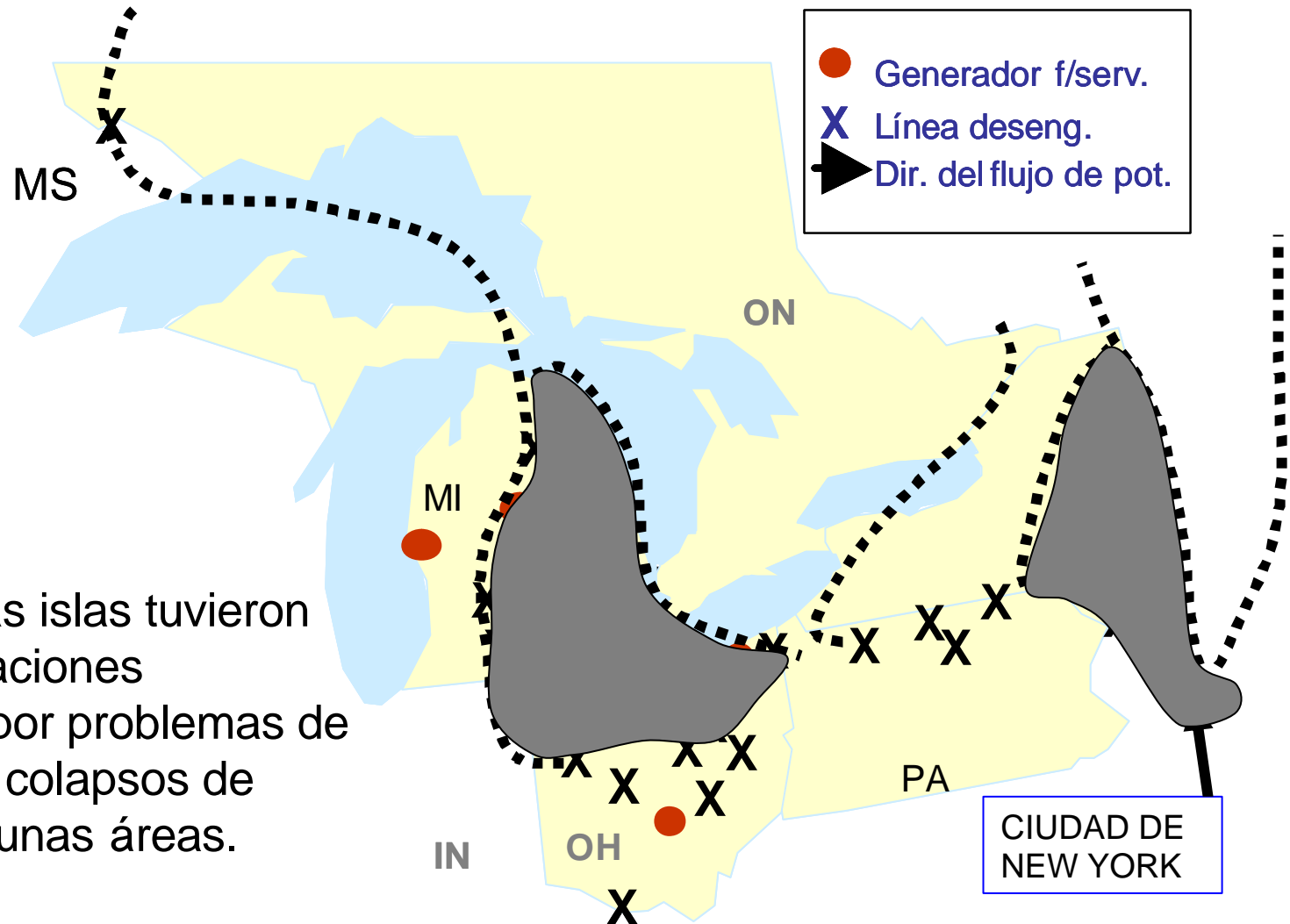


Time to Blackout

t= -0:00:10

Blackout de 2 áreas

16:10:55



➤ No obstante las islas tuvieron nuevas separaciones seguramente por problemas de oscilaciones y colapsos de tensión en algunas áreas.

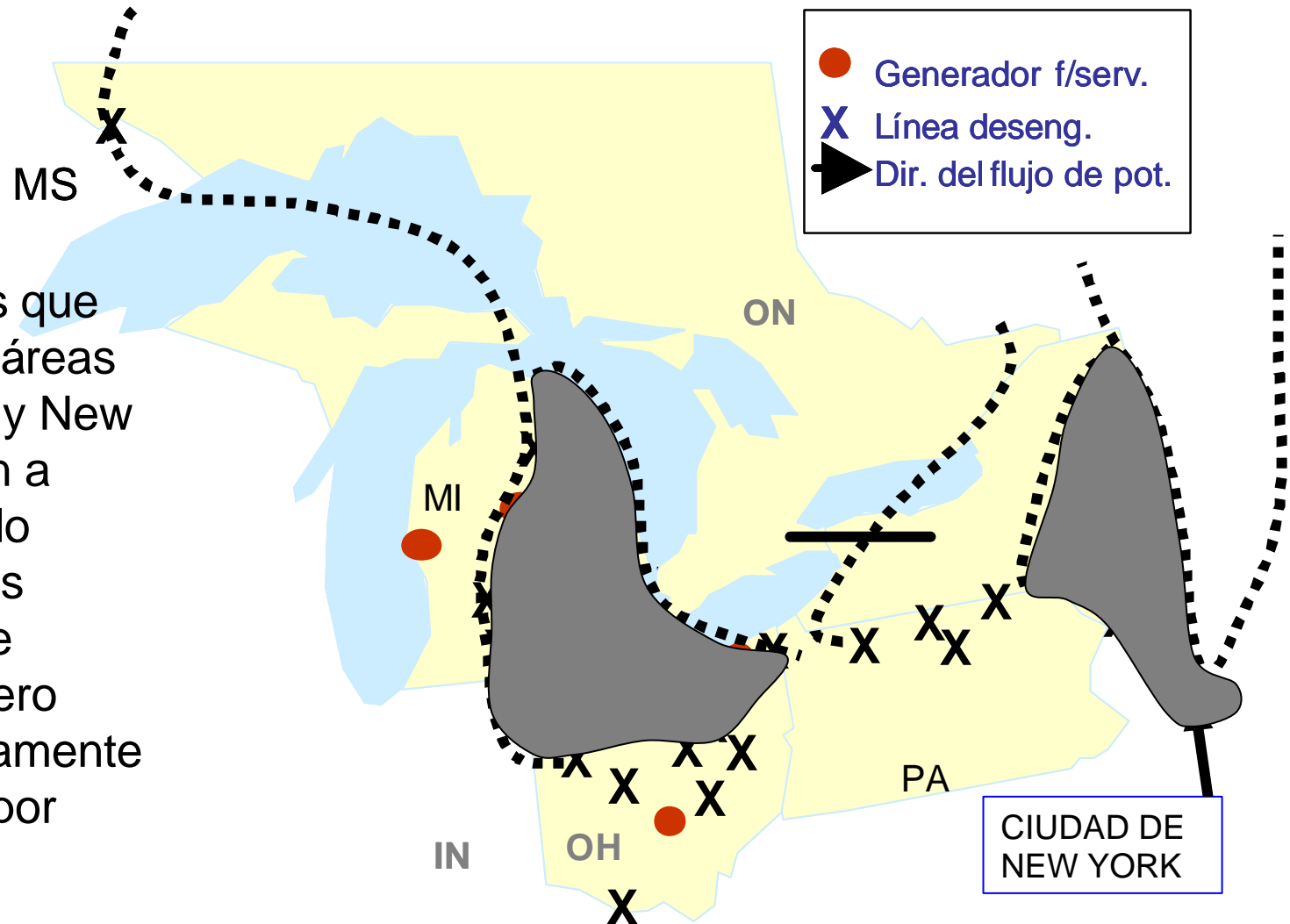
Time to Blackout

t= -0:00:05

2 seg. más...

16:10:55 a 16:11:57

- Algunas líneas que separaron las áreas (entre Ontario y New York) volvieron a recerrar cuando encontraron las condiciones de sincronismo pero abrieron nuevamente seguramente por pérdidas de sincronismo.

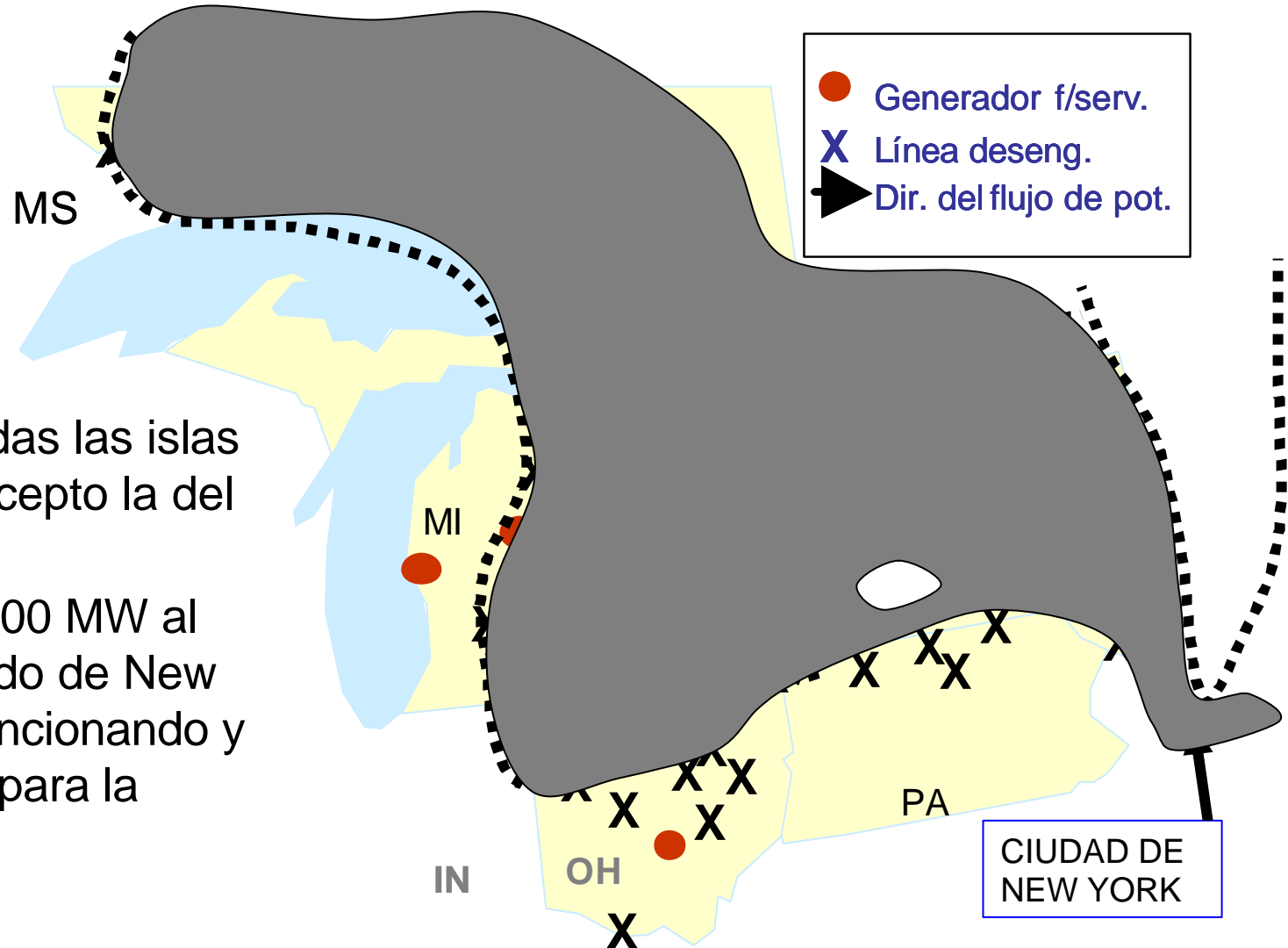


Time to Blackout

t= -0:00:03

Blackout de la región

16:13

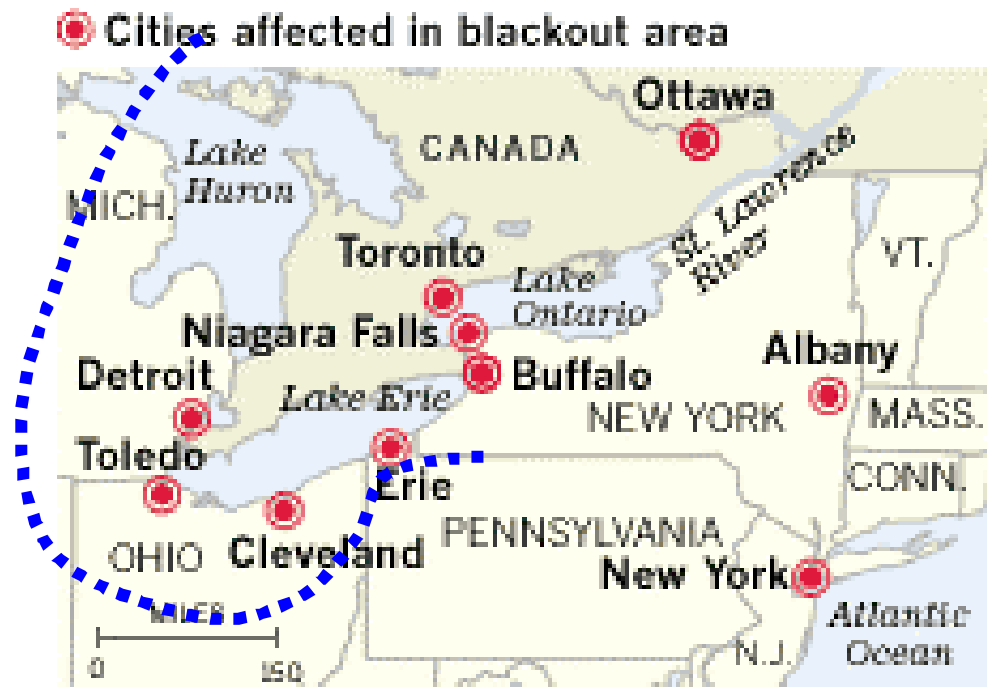


- Finalmente todas las islas colapsaron excepto la del Este
- Una isla de 7500 MW al oeste del estado de New York quedó funcionando y formó la base para la recuperación.

COLAPSO DEL AREA

Area afectada por los cortes

- Zona de Grandes Lagos.
- Este de Michigan
- Norte de Ohio
- Nueva York.
- Ontario
- Québec
- Nueva Jersey (parcial)
- Massachussets (parcial)
- Connecticut (parcial)

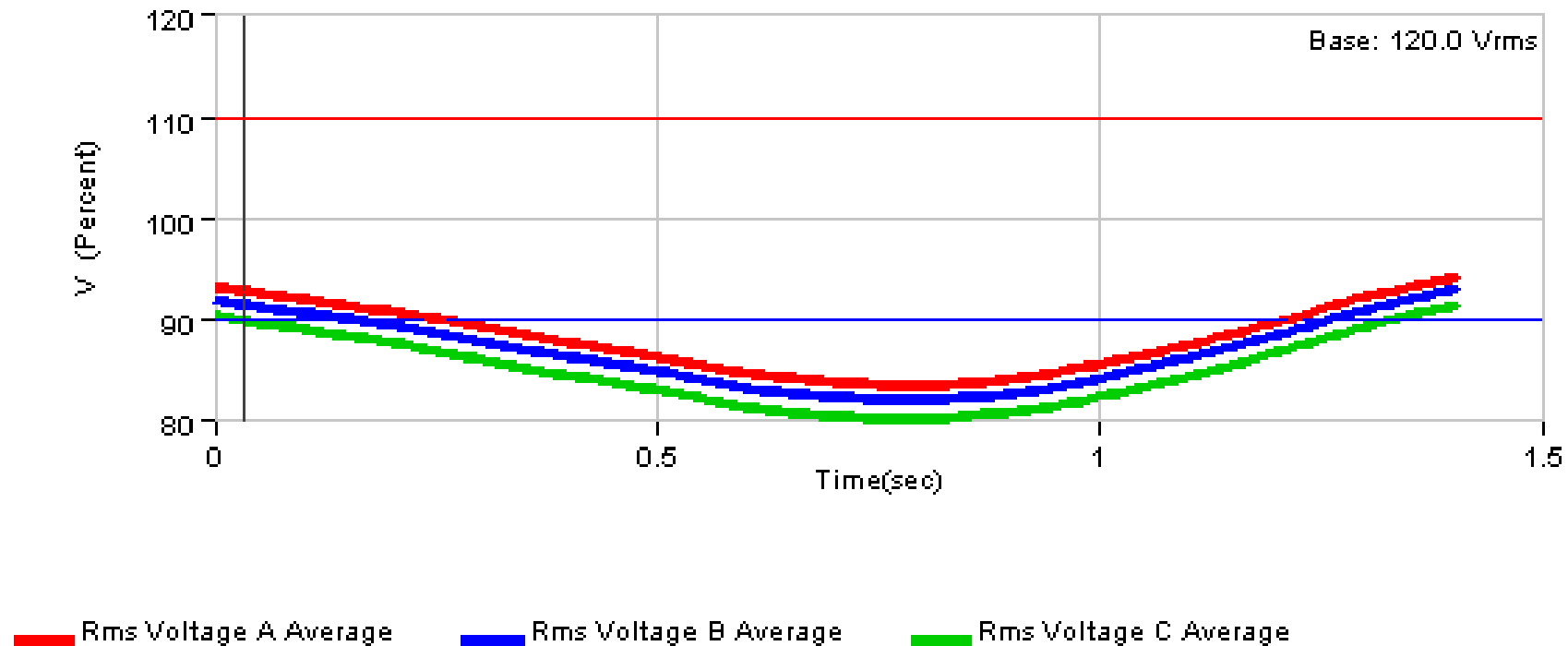


Los Angeles Times

Salieron de servicio cerca de 100 centrales, 22 de ellas nucleares

REGISTROS OBTENIDOS

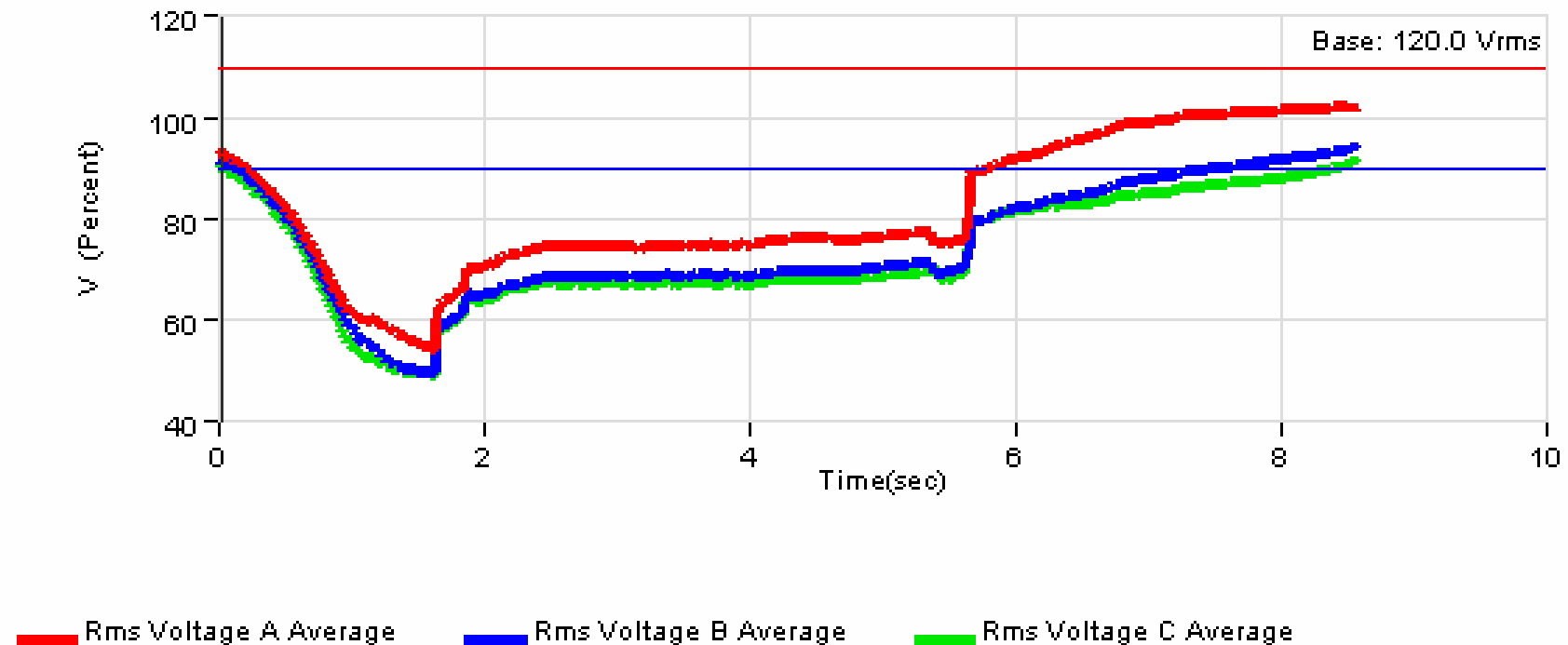
➤ Registro obtenido en zona de Nueva York. Oscilación de tensión de período 1,5 seg. Típica de oscilación electromecánica (cada color representa 1 fase):



08/14/2003 16:10:40.25 Momentary Sag

REGISTROS OBTENIDOS

➤ Registro obtenido en la zona de New York. La Tensión llegó al 50% del valor nominal, medido en el lado de baja de un transformador de MT/BT (cada color representa 1 fase):



08/14/2003 16:10:43.38 Temporary Sag

CORTES DE DEMANDA

Fue el mayor corte de suministro de la historia en EE UU

La demanda cortada debido al desenganche descontrolado de líneas y generadores fue la siguiente:

EMPRESA	CORTES (MW)
PJM Interconnection	4200
Midwest ISO	13000
Hydro Québec	100
Ontario IMO	20000
ISO New England	2500
New York ISO	22000
Total	61800

En el estado de New York el corte fue casi total

Reposición del servicio

- La reposición tuvo la dificultad de la cantidad de plantas nucleares que salieron de servicio (alrededor de 20), cuyos reactores se envenenaron y tardan más de un día en volver a entrar en servicio.
- Estado a las 12:00 a.m. (hora local) del viernes 15 de agosto:

EMPRESA	DEMANDA ABASTECIDA	% DEL TOTAL
PJM Interconnection	4200	100%
Midwest ISO	4000	31%
Hydro Québec	100	100%
Ontario IMO	10000	50%
ISO New England	2400	96%
New York ISO	16000	73%
Total	36700	59%

Reposición del servicio

➤ **Sábado 16 de agosto a las 8 hs.**

- Sistema troncal de transmisión restaurado
- E/S parte de la generación que había salido
- Cortes rotativos.

➤ **Domingo 17 de agosto a las 17 hs.**

- Todo el sistema de transporte se hallaba recompuesto.
- La mayoría de los generadores que salieron de servicio habían vuelto a rotar. 21 unidades restaban entrar.
- Se recomendó a la población moderar el consumo.

PROCESO TOTAL

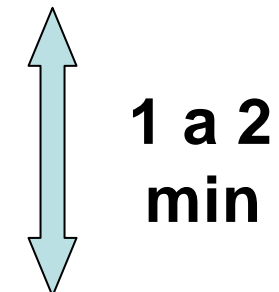
• EN EL NORTE DE OHIO (cercano a Cleveland)

- Una central indisponible (880 MW)
- Una línea de 345 kV y un generador al sur de Ohio disparan
- Sale de servicio otra central vecina (550 MW)
- Sale una línea de 345 kV
- Una segunda línea aumenta su flecha y toca un árbol.
- Salen otras líneas de 345 kV por sobrecarga
- La red se debilita y los flujos toman caminos mas largos y colapsa por tensión el norte de Ohio y parte de Michigan



• EN LOS ESTADOS VECINOS (Michigan, New York, Pennsylvania y Ontario)

- El debilitamiento de la red produce grandes oscilaciones de potencia, colapsos de tensión y salidas en cascada de líneas y generadores



PROCESO TOTAL

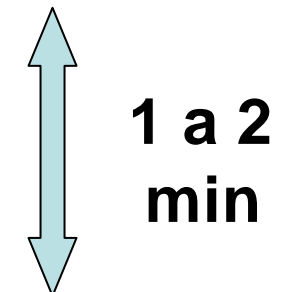
•EN MIDWEST ISO

- Operadores del MI DWEST ISO ocupados en solucionar problemas en el sur de Ohio
- MI DWEST ISO tiene acciones limitadas sobre las empresas que supervisa
- Problemas en el SOTR de la empresa FIRST ENERGY impedían ver que ocurría en esa parte de la red
- FIRST ENERGY consultaba a Mid West ISO que estaba ocurriendo en su propia red
- Nadie ve la totalidad de la red
- Aparentemente los operadores estaban desfasados en el tiempo y ocupados en sucesos que habían ocurrido media hora antes



• EN LOS OTROS ISO (New York, PJM. Ontario)

- No sabían que estaba ocurriendo.
- Sin tiempo suficiente para realizar acciones.



Comentarios NYTimes – Article: Experts Asking Why Problems Spread So Far - August 16, 2003

The manager of the New York Power Authority's giant Niagara hydroelectric plant, Ronald W. Ciamaga, said he was standing in the control room watching a meter that confirms that the electric system is keeping to its 60-cycle pace. Fluctuations are usually measured in the hundredths or tenths of a cycle, but as generation and consumption fell out of balance Thursday, the rate dropped to 57 cycles.

"I was up there in the control room, seeing frequency variations like I've never seen," said Mr. Ciamaga, who has been with the Power Authority for **30 years**.

The Niagara Project stayed in operation, because hydroelectric plants are less fragile than other kinds of generating stations. Plants powered by coal, natural gas and uranium all tripped off line.

Comentarios NYTimes – Article: Ohio lines failed before blackout - August 17, 2003

FirstEnergy released a statement last night saying that "its computerized system for monitoring and controlling its transmission and generation system was operating, but the alarm screen function was not." A company official confirmed that this meant that an alarm system that was supposed to alert controllers did not do so. It was not clear whether the system, besides flashing messages on control-room computer screens, also included an audible alarm. The official would not provide additional details, and no one from the Midwest energy consortium could be reached for comment.

Even without the alarm, "it's inconceivable to me that the utility and the I.S.O. wouldn't know what was going on, and they probably ought to have been able to do something about it, to stop it from spreading," said Karl E. Stahlkopf, senior vice president of the Hawaiian Electric Company and a former vice president of the Electric Power Research Institute in Palo Alto, Calif.

Comentarios NYTimes – Article: Midwest Utilities Were Warned About Pushing Limits of System - August 21 2003

At FirstEnergy, Todd Schneider, a spokesman, said yesterday that the company was far from ready to say that the precipitating event was the failure of four of its lines and one co-owned by American Electric Power. Three hours earlier, he said, there were signs of instability on the grid outside FirstEnergy's service territory. He would not say where they occurred, but said they could have played a role.

"There were situations throughout the region that may have contributed to the event, not just these power lines in our system," he said.

FirstEnergy distributed a statement on Saturday saying that it had failed to notice the line failures because an alarm system designed to alert its operators was not working.

Cont.

Yesterday, Mary Lynn Webster, a spokeswoman for the Midwest Independent Transmission System Operator, the industry group that monitors the flow of power throughout the region, said that during the escalating problems in Ohio, at least three conversations took place between coordinators from that group and FirstEnergy to discuss the line failures. She said tapes of the conversations would be reviewed.

Power managers in adjacent parts of the grid, including the Northeast, said they were concerned that there was no early warning, adding that such an alert might have helped them gird for what one official called the eastward-pulsing "shock wave" that triggered the wider failure.

Last night, leaders of an industry investigation of the blackout said it was too soon to assign blame.

INCÓGNITAS A DEVELAR

- Existen Automatismos de Cortes de demanda ante salida de líneas por sobrecarga?.
- Existen Automatismos de Cortes de Demanda por disminución de tensión?
- Se pudieron haber realizado acciones correctivas en el intervalo que existe entre la salida de la primera línea (15:06 y 15:45-15:50 hs) tales como redespacho de generación en áreas de demanda para eliminar sobrecargas y evitar disminuciones de Tensión?

SISTEMAS DE PROTECCION

LOAD SHEDDING POR SUBFRECUENCIA

- Existen en el área cortes por disminución de frecuencia.
- Dada la magnitud de la demanda de EEUU, las perturbaciones normales no producen variaciones de frecuencia.
- Actúan solamente en caso de formación de islas (ante falla múltiples no previstas)
- En esta falla actuaron pero se desconoce si fueron insuficientes
- La frecuencia llegó a niveles de 57 Hz (registrado en Niágara Falls).

E.E.U.U. Y LOS APAGONES

- El primer apagón total que se produjo en ciudades importantes de EEUU fue el ocurrido el 9 de noviembre en 1965 en N. York. Quedaron afectados 13.000.000 de personas y la demanda afectada fue de 13000MW.
- Como reacción a este evento se creó la **NERC** (North America Reliability Council).
- Es una organización de asociación voluntaria. El objetivo de su creación en el año 1968 fue lograr que el Sistema Eléctrico Norteamericano sea confiable, adecuado y seguro.