

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**PLAN DE CONTINGENCIAS PARA LA RECUPERACION
DEL SUMINISTRO EN LA RED OPERATIVA SUR
ESTE DEL SINAC**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

JUAN JOSE FLORES IZQUIERDO

**PROMOCIÓN
2001-I**

**LIMA – PERÚ
2006**

**PLAN DE CONTINGENCIAS PARA LA RECUPERACION DEL
SUMINISTRO EN LA RED OPERATIVA SUR ESTE DEL SINAC**

*Dedico este trabajo a:
Mis padres, que me dieron las herramientas
necesarias para poder valerme por mi mismo,
Mis Hermanos, ya que gracias a su apoyo desinteresado
pude culminar mi carrera.*

SUMARIO

El presente trabajo se enfoca principalmente en la necesidad que tiene el Coordinador Nacional del Sistema de contar con procedimientos de maniobra actualizados que le permitan recuperar los suministros afectados en caso de colapsos parciales o totales del sistema.

Tal como lo establecen la Ley de Concesiones Eléctricas, su Reglamento y la Norma Técnica de Operación en Tiempo Real, la coordinación y operación del sistema eléctrico en los estados normal, alerta, emergencia y recuperación corresponde realizarlo al Coordinador Nacional del Sistema en coordinación con los centros de control de las empresas involucradas.

En ese sentido, en el presente trabajo se propone un plan de maniobras secuencial para la recuperación de los suministros en la red operativa Sur Este del SINAC, dado que esta parte del sistema presentó un alto índice de colapsos parciales o totales debido a fallas transitorias en su red de transmisión, lo que ocasionaba oscilaciones de potencia no amortiguadas, del modo inter área, originando la salida en cascada de las líneas de transmisión y centrales de dicha área.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivo	4
1.3 Alcances	5

CAPÍTULO II

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL AREA OPERATIVA SUR ESTE DEL SINAC

2.1 Características del parque generador	6
2.1.1 Centrales Hidroeléctricas	6
2.1.2 Centrales Térmicas	12
2.2 Características de la red de Transmisión	17
2.2.1 Línea en 138 kV L-1005	18
2.2.2 Línea en 138 kV L-1006	19
2.2.3 Línea en 138 kV L-1008	20
2.2.4 Línea en 138 kV L-1020	20
2.2.5 Línea en 138 kV L-1011	21
2.2.6 Línea en 138 kV L-1012	22
2.2.7 Línea en 138 kV L-1001	23
2.2.8 Línea en 138 kV L-1002	23
2.2.9 Línea en 138 kV L-1003	24
2.2.10 Línea en 138 kV L-1004	24
2.2.11 Línea en 138 kV L-1010	25
2.2.12 Línea en 138 kV L-1013	26
2.2.13 Línea en 138 kV L-1009	26
2.2.14 Línea en 138 kV L-1040	27
2.2.15 Línea en 220 kV L-2030	28

2.3 Características de los equipos de compensación reactiva	29
2.3.1 SVC de Tintaya	29
2.3.2 Compensador de la SE Juliaca	31
2.3.3 Reactor de Azángaro	32
2.4 Configuración de las principales sub-estaciones de potencia	32
2.5 Descripción de los principales Clientes Libres	33
2.5.1 BHP Tintaya	34
2.5.2 Industrias Cachimayo	35
2.5.3 Minera del Sur	36
CAPÍTULO III	
PERTURBACIONES EN LA RED DE TRANSMISION CON COLAPSO DEL SISTEMA	
3.1 Análisis de las condiciones de operación del Sur Este	37
3.1.1 Oscilaciones en el área operativa Sur el día 28.06.2003	39
3.2 Falla en la L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV	42
3.2.1 Configuración del sistema Sur Este en condición Pre – Falla	42
3.2.2 Descripción del evento	42
3.2.3 Secuencia de eventos de falla	43
3.2.4 Señalización de los equipos de protección	44
3.2.5 Maniobras realizadas para la recuperación del servicio	44
3.2.6 Análisis de la falla	45
3.3 Falla en la línea L-1011 (Azángaro – Juliaca)	57
3.4.1 Configuración del sistema Sur Este en condición Pre – Falla	57
3.4.2 Descripción del evento	57
3.4.3 Secuencia de eventos de falla	57
3.4.4 Señalización de los equipos de protección	58
3.4.5 Maniobras realizadas para la recuperación del servicio	59
3.4.6 Análisis de la falla	60
3.4 Falla en la línea L-1008 (Callallí – Tintaya)	69
3.4.1 Configuración del sistema Sur Este en condición Pre – Falla	69
3.4.2 Descripción del evento	69
3.4.3 Secuencia de eventos de falla	69
3.4.4 Señalización de los equipos de protección	70

3.4.5 Maniobras realizadas para la recuperación del servicio	71
3.4.6 Análisis de la falla	71
CAPÍTULO IV	
MANIOBRAS PARA LA RECUPERACION DEL AREA SUR ESTE	
4.1 Características del área operativa Sur Este	79
4.2 Escenarios en caso de fallas en la red de Transmisión	80
4.2.1 Elementos críticos del área operativa Sur Este	80
4.2.2 Configuraciones topológicas a las que evoluciona el sistema luego de una falla en la red de transmisión	81
4.3 Criterios a considerarse en la recuperación del área operativa Sur Este	82
4.4 Cuadro de maniobras secuenciales para la recuperación del servicio	84
4.4.1 Procedimiento de Maniobras N ° 1	85
4.4.2 Procedimiento de Maniobras N ° 2	102
4.4.3 Procedimiento de Maniobras N ° 3	108
4.4.4 Procedimiento de Maniobras N ° 4	114
4.4.5 Procedimiento de Maniobras N ° 5	120
4.4.6 Procedimiento de Maniobras N ° 6	123
4.4.7 Procedimiento de Maniobras N ° 7	124
4.4.8 Procedimiento de Maniobras N ° 8	127
4.4.9 Procedimiento de Maniobras N ° 9	132
CONCLUSIONES	137
ANEXO A	139
ANEXO B	190
BIBLIOGRAFIA	205

PRÓLOGO

En los inicios de la explotación de la industria eléctrica, un sistema de potencia consistía básicamente de una planta alimentando a una carga radial a través de una línea de transmisión, con el transcurrir del tiempo y gracias a los avances tecnológicos que se dieron, fue necesario por cuestiones de seguridad y economía, operar grandes sistemas eléctricos en donde la generación y la carga se encuentran dispersos en una gran área geográfica, los grandes centros de consumo son alimentados por los generadores a través de líneas de transmisión de gran longitud y de altos niveles de voltaje (hasta más de 700 kV en algunos países).

Nuestro país en los últimos años ha experimentado las ventajas de tener un sistema interconectado, ya que se aumenta la confiabilidad del sistema y se aprovechan mejor los recursos energéticos con el fin minimizar los costos totales de operación del sistema. No obstante las ventajas inherentes de tener el Sistema Peruano Interconectado, también es cierto que si estas interconexiones se dan sin haberse realizado los estudios adecuados que permitan identificar posibles problemas de oscilaciones inter área, podría ponerse en peligro la seguridad del sistema en su conjunto.

En este orden de ideas, la interconexión del área Sur Este al Sistema Interconectado Nacional se realizó sin haberse realizado estudios de estabilidad permanente y transitoria, razón por la cual ante diferentes perturbaciones en la red de transmisión de dicha área se presentaban oscilaciones electromecánicas del tipo inter área, las que provocaban el colapso total o parcial del área con el consiguiente perjuicio económico y social para las poblaciones afectadas.

Con el fin de minimizar el impacto negativo de la pérdida de los suministros del área Sur Este, en el presente trabajo se presenta un Plan de Contingencias a ser ejecutado en forma coordinada entre las empresas integrantes y el Coordinador nacional del Sistema, con el fin de recuperar los suministros afectados en el menor tiempo posible. La metodología propuesta consiste en recuperar rápidamente el sistema de transmisión y coordinar

simultáneamente la reposición de los suministros afectados con los distribuidores y clientes libres de la zona.

No deseo terminar estas líneas sin antes expresar mi agradecimiento al personal del COES SINAC, ya que sin su valiosa ayuda no habría sido posible realizar este trabajo, asimismo, debo agradecer el apoyo brindado por personal de operaciones de las empresas REP, SAN GABAN y EGEMSA que facilitaron información necesaria para el desarrollo de este informe.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Desde la promulgación de la Ley de Concesiones Eléctricas y de su Reglamento en el año de 1993, se produjo en el país una fuerte expansión del sistema eléctrico el cual llegó a su punto más alto con la entrada en operación comercial de las líneas de interconexión Mantaro – Socabaya , las cuales unieron el SICN (Sistema Interconectado Centro Norte) y el SIS (Sistema Interconectado Sur).

La finalidad primordial de la Ley de Concesiones fue la de promover la competencia entre los generadores para satisfacer la demanda, quedando la transmisión y distribución de energía como monopolios naturales debido a las características propias de estas actividades. En estas condiciones, la expansión de generación no se ha visto acompañada por una fuerte expansión de los sistemas de transmisión, lo que ha ocasionado que algunas líneas del sistema operen en algunos períodos del día cerca de su capacidad nominal.

En el caso del área Sur Este, la expansión de la generación no se realizó con un adecuado estudio de estabilidad transitoria, lo que hubiera permitido detectar las oscilaciones electromecánicas inter área y en consecuencia, implementar en los reguladores de tensión las señales estabilizantes adecuadas con el fin de amortiguar estas oscilaciones de potencia. Con respecto a la expansión de los sistemas de transmisión, la entrada en servicio de las nuevas líneas de 220 kV Moquegua – Puno, Moquegua – Los Héroes y las dos ternas 220 kV Ilo2 - Moquegua, sin un adecuado esquema de compensación reactiva, han ocasionado problemas de tensiones elevadas en los bloques de mínima demanda, ocasionando que las centrales de Machupicchu, San Gabán y la CT Ilo 2 operen subexcitados, como se sabe, en este modo de operación las centrales eléctricas son mas propensas a la pérdida de sincronismo por oscilaciones de potencia.

Por los motivos expuestos anteriormente, el área operativa Sur Este tenía un elevado índice de colapsos como consecuencia de fallas transitorias en sus redes de transmisión, los que a su vez ocasionaban oscilaciones de potencia no amortiguadas con la consiguiente

pérdida de sincronismo de las centrales eléctricas Machupicchu y San Gabán y el colapso total o parcial del área.

En estas circunstancias y de acuerdo a lo establecido por la Ley de Concesiones Eléctricas y la Norma Técnica de Operación en Tiempo Real, el Coordinador Nacional del Sistema es el encargado en forma conjunta con los centros de control de las empresas integrantes de restablecer los suministros afectados en el menor tiempo posible. Lamentablemente, debido a la insuficiente capacidad de compensación reactiva inductiva, el deficiente programa de mantenimiento de los sistemas de comunicaciones y protección de los equipos, el desconocimiento de principios básicos de operación por parte de los operadores de los sistemas de transmisión de dicha área y a que no se contaba con procedimientos de maniobras estandarizados entre las empresas integrantes y el Coordinador Nacional del Sistema, los tiempos de restablecimiento de los suministros afectados estaban en el orden de 60 a 120 minutos.

Con la finalidad de disminuir los tiempos de reposición de suministros es necesario que las empresas integrantes y el Coordinador Nacional del Sistema dispongan de procedimientos de maniobra actualizados, dichos procedimientos deben considerar los diferentes escenarios factibles de presentarse en caso de fallas en la red de transmisión, asimismo, las secuencias de maniobra propuestas deben ser validadas con un programa de flujo de carga con el fin de verificar las condiciones operativas necesarias para la puesta en servicio de un equipo y/o el sincronismo de dos sistemas.

Los procedimientos de maniobra propuestos en este trabajo consideran básicamente la puesta en servicio en forma rápida del sistema de transmisión y de las principales subestaciones del área, no se consideran las maniobras a realizar por los titulares de las redes de distribución ya que estos son responsabilidad directa sus titulares, tal como lo establece la Norma Técnica de Operación en Tiempo Real.

Con respecto a la normalización de los suministros de los clientes libres, estos se realizaran a través de sus suministradores, las maniobras en las redes de los clientes no regulados serán realizados por sus titulares, tal como lo establece la Norma Técnica de Operación en Tiempo Real.

1.2 Objetivo

El objetivo del presente trabajo es proponer un cuadro secuencial de maniobras a ejecutarse en forma coordinada en las instalaciones de las empresas concesionarias de la generación, transmisión, distribución y clientes libres del área operativa Sur Este del

SINAC, en caso de que se presentasen perturbaciones por descargas atmosféricas u otras en la red de transmisión, que afectan la calidad de suministro de los usuarios conectados.

1.3 Alcances

En el capítulo I se realiza una introducción al tema propuesto, se describen los antecedentes y se señala el objetivo del trabajo.

En el capítulo II se describen las principales características técnicas del área operativa Sur Este tales como líneas de transmisión, centrales eléctricas y equipos de compensación reactiva así como de las principales subestaciones de potencia del área.

En el capítulo III se describen algunas perturbaciones ocurridas en la red de transmisión del área Sur Este que ocasionaron el colapso de dicha área, asimismo, se realiza un análisis de las condiciones de operación así como de las oscilaciones electromecánicas que se presentan en el área Sur Este.

En el capítulo IV se realiza un análisis de las posibles configuraciones topológicas a las que evoluciona el sistema en caso de perturbaciones transitorias en la red de transmisión, asimismo, se propone el plan de maniobras secuencial a ejecutarse para cada una de las configuraciones topológicas propuestas.

CAPITULO II

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL AREA OPERATIVA SUR ESTE DEL SINAC

2.1 Características del parque generador

El parque generador está compuesto básicamente tanto por generación hidráulica y térmica; se describirá fundamentalmente las características mas importantes de cada una de las centrales que operan en dicha zona.

2.1.1 Centrales Hidroeléctricas

En esta área operativa se ubican dos centrales muy importantes, la CH Machupicchu (propiedad de EGEMSA) que cuenta con tres grupos y una potencia instalada total de 90.45 MW y la CH San Gabán (propiedad de EGESG) la cual tiene dos grupos y una potencia instalada de 110 MW.

La CH Machupicchu opera todo el año con su potencia máxima debido a que el caudal del río Vilcanota es superior a lo que la central necesita turbinar en esta primera etapa, luego de su repotenciación. En contrapartida, la CH San Gabán opera en la época de avenida (diciembre – mayo) con su potencia máxima y en el período de estiaje con una carga promedio de 70 MW. Ambas centrales tienen una baja tasa de salida forzada por falla.

▪ CH Machupicchu

Se ubica geográficamente en la provincia de Urubamba, departamento de Cusco y aprovecha las aguas del río Vilcanota para generar energía. La central fue construida en dos etapas, la primera etapa consistió en la instalación de un grupo Francis de 20 MW y su construcción se inicio en 1958 y se prolongó hasta 1963. El segundo grupo Francis fue instalado en 1965 llegando a tener la central una potencia instalada de 40 MW.

En la segunda etapa se logró ampliar la potencia de la central hasta 107.2 MW, esto se consiguió con la instalación de tres grupos Pelton de 22.4 MW cada uno.

El 28 de febrero de 2001 la CH Machupicchu fue destruida totalmente debido a un fenómeno natural imprevisible. Luego de realizarse el proceso de reconstrucción

respectivo, la central entró en operación comercial nuevamente el 13 de julio de 2001 con una potencia instalada total de 90 MW.

En la tabla N ° 2.1 se detallan las principales características de las turbinas, en la tabla N ° 2.2 se detallan las características de los generadores, en la tabla N ° 2.3 se muestran los principales parámetros eléctricos de los generadores y en la tabla N ° 2.4 se muestran las características de los transformadores elevadores asociados a los grupos de generación.

Tabla N ° 2.1 Características de las turbinas

CH MACHUPICCHU – TURBINAS	
Tipo	Pelton de Eje vertical
Potencia	30.15 MW
N ° de inyectores	5
Velocidad de rotación	450 r.p.m.
Caudal mínimo turbinable	2 m ³ /s
Caudal máximo turbinable	11.05 m ³ /s
Potencia mínima generable	6 MW

Tabla N ° 2.2 Características de los generadores

CH MACHUPICCHU GENERADORES	
Potencia Aparente	33.5 MVA
Factor de potencia	0.9
Velocidad de rotación	450 r.p.m
Velocidad de embalamiento	790 r.p.m
N ° de polos	16
Tensión de generación	13.8 (+/- 5%) Kv
Rango de variación del estatismo	De 0 a 10 %

Tabla N ° 2.3 Parámetros eléctricos de los generadores

CH MACHUPICCHU - GENERADORES		
	No saturado	Saturado
Reactancia sincronía directa (X_d)	1.35	1.12
Reactancia transitoria directa (X'_d)	0.34	0.32
Reactancia subtransitoria directa (X''_d)	0.24	0.19
Reactancia sincronía transversal (X_q)	0.88	0.82
Reactancia subtransitoria transversal (X''_q)	0.84	0.79
Reactancia secuencia inversa (X_2)	0.54	0.49
Reactancia secuencia homopolar (X_0)	0.12	0.1
Constante de tiempo transitoria directa (T'_{do})	5.81	5.07
Constante de tiempo circuito abierto directa (T'_d)	1.4	1.34
Constante de tiempo subtransitoria directa (T''_d)	0.067	0.066
Constante de tiempo subtrans. Transversal (T''_q)	0.028	0.028
Constante de tiempo de armadura (T_a)	0.45	0.41

Tabla N ° 2.4 Características de los transformadores elevadores

CH- MACHUPICCHU TRANSFORMADORES	
Tipo	HC/OPTR-D
Marca	Toshiba
Potencia Nominal	26.8/33.5 MVA
Relación de transformación	138 (+/- 2* 2.5%)/13.8 kV
Norma de fabricación	IEC 76-1/1993
Frecuencia	60 Hz
Año de fabricación	2000
Grupo de conexión	YNd5
Sistema de refrigeración	ONAN/ONAF
Pérdidas en el hierro	27 kW ($S_{base}=33.5$ MVA)
Pérdidas en el cobre	12.8 kW ($S_{base}=33.5$ MVA)
Tipo de regulación	Conmutación bajo carga

Tensión de cortocircuito	11 % (Sbase=33.5 MVA)
Niveles de aislamiento	AT 275/650 BIL AT-N 85/250 BIL BT 38/95 BIL
Numero de devanados	02
Tipo de aceite	DIALA-AX

- CH San Gabán

La CH San Gabán II está ubicada geográficamente en la región Puno, aprovecha las aguas del río San Gabán para generar energía eléctrica la cual es evacuada al SINAC a través de las líneas de transmisión en 138 kV L-1013/1009 (San Gabán – San Rafael – Azángaro) y L-1010 (San Gabán – Azángaro).

La construcción de las obras preliminares se iniciaron en 1995, las obras civiles se iniciaron en setiembre de 1996 y constan básicamente de un túnel de desvío del río San Gabán el cual tiene una longitud de 167.46 m, una presa derivadora con 4 compuertas radiales de 8x5.5 m cada una, de un desarenador con 4 naves de 61.7 m de longitud el cual sirve para decantar partículas en suspensión de hasta 0.2 mm. La central cuenta con un embalse de regulación diario de 148,000 m³ de capacidad el cual se utiliza en la época de estiaje. Asimismo, se cuenta con un conducto cubierto de 3.2 m de diámetro y 428.45 m de longitud.

El túnel de aducción tiene una sección de herradura de 3.6 m de diámetro y una longitud de 7,270 m, excavados en plena roca en el denominado Batolito de San Gabán e íntegramente revestido con concreto pulverizado (shotcrete), para su construcción y mantenimiento se necesitó realizar dos ventanas de acceso, una en la localidad de Uruasi, de 188 m de longitud y la otra en la localidad de Casahuiri, de 485 m de longitud, también consta de una chimenea de equilibrio que consiste en un pozo vertical con dos cámaras de alimentación y una de expansión, de 3.6 m de diámetro y 289 m de longitud, igualmente excavados en plena roca e íntegramente revestidos con concreto pulverizado.

La casa de maquinas y sus obras complementarias consisten de una galería de acceso a la casa de maquinas de 544.6 m de longitud, de una galería de descarga de 1,001.36 m de longitud, de una casa de maquinas en caverna, de 29.8 m de altura x 51.05 m de longitud x 18.6 m de ancho, de un conducto forzado de 3.35 m de diámetro, inclinado 60 ° y con una diferencia de cotas de 638.59 m y una longitud aproximada de 738 m.

En la tabla N ° 2.5 se detallan las principales características de las turbinas, en la tabla N ° 2.6 se detallan las características de los generadores, en la tabla N ° 2.7 se muestran los principales parámetros eléctricos de los generadores y en la tabla N ° 2.8 se muestran las características de los transformadores elevadores asociados a los grupos de generación.

Tabla N ° 2.5 Características de las turbinas

CH SAN GABAN - TURBINAS	
Tipo	Pelton de eje vertical
Potencia	55 MW
N ° de inyectores	5
Velocidad de rotación	514.3 r.p.m.
Caudal mínimo turbinable	0.28 m ³ /s
Caudal máximo turbinable	9.94 m ³ /s
Potencia mínima generable	20 MW

Tabla N ° 2.6 Características de los generadores

CH SAN GABAN - GENERADORES	
Potencia Aparente	63.5 MVA
Factor de potencia	0.85
Velocidad de rotación	514.3 r.p.m
Velocidad de empalamiento	950 r.p.m
N ° de polos	14
Tensión de generación	13.8 kV
Rango de variación del estatismo	1-6 %

Tabla N ° 2.7 Parámetros eléctricos de los generadores

CH SAN GABAN – GENERADORES	
Reactancia sincrona directa (Xd)	1.19
Reactancia transitoria directa (X'd)	0.26
Reactancia subtransitoria directa (X''d)	0.18

Reactancia sincrona transversal (X_q)	0.78
Reactancia subtransitoria transversal (X''_q)	0.23
Reactancia secuencia inversa (X_2)	0.126
Reactancia secuencia homopolar (X_0)	0.09
Constante de tiempo transitoria directa (T'_{do})	8 seg.
Constante de tiempo circuito abierto directa (T'_d)	1.7 seg.
Constante de tiempo subtransitoria directa (T''_d)	0.046 seg.
Constante de tiempo subtransitoria transversal (T''_q)	0.06

Tabla N ° 2.8 Características de los transformadores elevadores

CH SAN GABAN - TRANSFORMADORES	
Tipo	Trifásico para interior
Marca	Verbano Transformatory
Potencia Nominal	62.5 MVA
Relación de transformación	13.8/146 +/- 2*2.5 %
Norma de fabricación	IEC 76.1-2-3-5
Frecuencia	60 Hz.
Año de fabricación	1998
Grupo de conexión	YnD5
Sistema de refrigeración	OFWF
Pérdidas en el fierro	33.816 kW
Pérdidas en el cobre	233.552 kW
Tipo de regulación	Fijo
Tensión de cortocircuito	11.34 %
Niveles de aislamiento	Alta: IA650FI295 Baja: IA95FI38
Numero de devanados	2
Tipo de aceite	Transformer Oil Texaco

2.1.2 Centrales Térmicas

El área operativa Sur Este cuenta con las centrales térmicas de Dolorespata, Taparachi, Bellavista, San Rafael y Tintaya. Las tres primeras suministraban energía en forma aislada a las ciudades de Cusco, Juliaca y Puno. La CT Tintaya y la CT San Rafael proporcionaban energía en forma aislada a las mineras BHP Billiton en la barra de Tintaya y a Minera del Sur en la barra de San Rafael. Luego de que se interconectaron los sistemas Sur y Centro Norte por medio de la interconexión Mantaro – Socabaya en setiembre del 2000, estas centrales dejaron de operar debido a sus elevados costos variables. En la actualidad solo operan en condiciones de emergencia.

- CT Dolorespata

La central térmica de Dolorespata está ubicada en la ciudad del Cusco, distrito de Santiago, Provincia y departamento del Cusco, a una altura de 3400 m.s.n.m. Esta central cuenta con una potencia instalada total de 15.62 MW. Su construcción data del año 1953 y inicialmente contaba con dos grupos Sulzer de 1 y 2.12 MW para abastecer la demanda de la ciudad de Cusco en forma aislada.

Posteriormente, se incrementó su potencia con la puesta en servicio de tres grupos General Motors (7.5 MW) y luego, en el año 1976 se instalaron los grupos Alco (5 MW).

En la tabla N ° 2.9 se muestran las principales características de los grupos de generación. En la tabla N ° 2.10 se muestran los datos de los parámetros eléctricos que se están considerando en el estudio de coordinación de protecciones que viene realizando el COES SINAC.

Tabla N ° 2.9 Características de los grupos de generación

MOTOR				
GRUPO	Fabricante	Tipo	Puesta en servicio	Velocidad (r.p.m)
Sulzer1	Sulzer	6TPF48	27/10/53	257
Sulzer2	Sulzer	8TAF48	01/06/59	257
Alco1	Alco Engines	251F1BGS	15/10/76	900
Alco2	Alco Engines	251F18GS	15/10/76	900
GM1	General Motor	20-645E4	14/05/81	900
GM2	General Motor	20-645E4	14/05/81	900
GM3	General Motor	20-645E4	14/05/81	900

GENERADOR ELECTRICO					
GRUPO	Fabricante	Potencia KVA	Tensión Nominal V	Cos ϕ	Velocidad r.p.m.
Sulzer1	G. Electric	1250	11000	0.8	257
Sulzer2	Gerlikon	2650	11000	0.8	257
Alco1	Beloit P.S	3125	4160	0.8	900
Alco2	Beloit P.S		4160	0.8	900
GM1	E.M. Brush	3125	4160	0.8	900
GM2	E.M. Brush	3125	4160	0.8	900
GM3	E.M. Brush	3125	4160	0.8	900

Tabla N ° 2.10 Parámetros eléctricos de los grupos de generación

CT DOLORESPATA	
Reactancia sincrona directa (X_d)	1.6
Reactancia transitoria directa (X'_d)	0.48
Reactancia subtransitoria directa (X''_d)	0.32
Reactancia sincrona transversal (X_q)	1.04
Reactancia subtransitoria transversal (X''_q)	0.384
Reactancia secuencia inversa (X_2)	0.224
Reactancia secuencia homopolar (X_0)	0.179
Constante de tiempo transitoria directa (T'_{do})	0.4 seg.

- CT Taparachi

Esta central térmica está ubicada en el distrito de Juliaca, provincia de San Román, Departamento de Puno, a una altura de 3870 m.s.n.m. Cuenta con una potencia instalada total de 5.55 MW, inicialmente esta central suministraba energía en forma aislada a la ciudad de Juliaca. Actualmente, esta central no es despachada, ya que al formar parte del SINAC ha dejado de ser competitiva debido a sus elevados costos variables.

En la tabla N ° 2.11 se muestran las principales características de los grupos de generación. En la tabla N ° 2.12 se muestran los datos de los parámetros eléctricos que se están

considerando en el estudio de coordinación de protecciones que viene realizando el COES SINAC.

Tabla N ° 2.11 Características de los grupos de generación

MOTOR					
GRUPO	Tipo	Serie	Puesta en servicio	Velocidad (r.p.m)	
Man 1	G8V3045ATL	203908	1982	514	
Man3	16ASV25/30	1045122	1982	900	
Man4	16ASV25/30	1045123	1982	900	
Skoda1	9TS35/50-2	9730001	1972	375	
Skoda2	9TS35/50-2	9730002	1972	375	
GENERADOR ELECTRICO					
GRUPO	Fabricante	Potencia KVA	Tensión Nominal V	Cos ϕ	Velocidad r.p.m.
Man 1	AEG	1250	2400	0.8	514
Man3	AEG	2875	10000	0.8	900
Man4	BPS	2875	2400	0.8	900
Skoda1	BEZ	1380	2400	0.8	375
Skoda2	BEZ	1380	2400	0.8	375

Tabla N ° 2.12 Parámetros eléctricos de los grupos de generación

CT TAPARACHI	
Reactancia síncrona directa (X_d)	1.6
Reactancia transitoria directa (X'_d)	0.48
Reactancia subtransitoria directa (X''_d)	0.32
Reactancia síncrona transversal (X_q)	1.04
Reactancia subtransitoria transversal (X''_q)	1.04
Reactancia secuencia inversa (X_2)	0.224

Reactancia secuencia homopolar (X_o)	0.179
Constante de tiempo transitoria directa (T'_{do})	4 seg.

▪ CT Bellavista

La CT Bellavista está ubicada en la ciudad de Puno, en el barrio de Bellavista, Distrito, Provincia y Departamento de Puno a una altura de 3830 m.s.n.m, fue construida en el año de 1964 y ampliada y renovada en el año 1982, cuenta con 4 grupos térmicos y una potencia instalada total de 6.015 MW. En la actualidad, solo se encuentran operativos las unidades Man 1 y Alco, totalizando una potencia de 3.8 MW. Está central en sus inicios suministraba energía en forma aislada a la ciudad de Puno. Como se menciona anteriormente, al igual que las centrales térmicas de Dolorespata y Taparachi, debido sus elevados costos variables esta central no es despachada y solo opera en situaciones de emergencia.

En la tabla N ° 2.13 se muestran las principales características de los grupos de generación. En la tabla N ° 2.14 se muestran los datos de los parámetros eléctricos que se están considerando en el estudio de coordinación de protecciones que viene realizando el COES SINAC.

Tabla N ° 2.13 Características de los grupos de generación

MOTOR					
GRUPO	Tipo	Serie	Puesta en servicio	Velocidad (r.p.m)	
Man1	16ASV25/30	1045125	1982	900	
Man2	16ASV25/30	1045125	1982	900	
Alco	25010810-1	2161335	1982	900	
Deutz	BV8M515	4857522	1965	450	
GENERADOR ELECTRICO					
GRUPO	Fabricante	Potencia KVA	Tensión Nominal V	Cos ϕ	Velocidad r.p.m.
Man1	AEG	2875	10000	0.8	900
Man2	AEG	2875	10000	0.8	900

Alco	BPS	-	2400	0.8	900
Deutz	-	-	2300	0.8	450

Tabla N ° 2.14 Parámetros eléctricos de los grupos de generación

CT BELLAVISTA	
Reactancia síncrona directa (X_d)	1.6
Reactancia transitoria directa (X'_d)	0.48
Reactancia subtransitoria directa (X''_d)	0.32
Reactancia síncrona transversal (X_q)	1.04
Reactancia subtransitoria transversal (X''_q)	1.04
Reactancia secuencia inversa (X_2)	0.224
Reactancia secuencia homopolar (X_0)	0.179
Constante de tiempo transitoria directa (T'_{do})	4 seg.

▪ CT Tintaya

Esta central térmica está ubicada dentro de las instalaciones que comprende el Complejo Minero de BHP Tintaya, al costado de la Concentradora y está equipada con 8 grupos electrógenos diesel de 2320 kW de potencia nominal cada uno, a una altura de 3927 m.s.n.m. Estos grupos fueron fabricados en el año de 1982 y se pusieron en servicio a partir de noviembre de 1983.

En la tabla N ° 2.15 se muestran las principales características de los grupos de generación. En la tabla N ° 2.16 se muestran los datos de los parámetros eléctricos que se están considerando en el estudio de coordinación de protecciones que viene realizando el COES SINAC.

Tabla N ° 2.15 Características de los grupos de generación

MOTOR	
Fabricante	M.A.N.

Tipo	4 tiempos con 18 cilindros en V con sobrealimentación
Potencia KW	2500
Velocidad RPM	900
GENERADOR	
Fabricante	Canadian General Electric
Potencia KVA	2245
Velocidad RPM	900
Cos ϕ	0.9
Tensión V	4160
Frecuencia Hz	60

Tabla N ° 2.16 Parámetros eléctricos de los grupos de generación

CT TINTAYA	
Reactancia síncrona directa (X_d)	1.6
Reactancia transitoria directa (X'_d)	0.48
Reactancia subtransitoria directa (X''_d)	0.32
Reactancia síncrona transversal (X_q)	1.04
Reactancia subtransitoria transversal (X''_q)	0.384
Reactancia secuencia inversa (X_2)	0.292
Reactancia secuencia homopolar (X_0)	0.179
Constante de tiempo transitoria directa (T'_{do})	4

2.2 Características de la red de transmisión

El sistema de transmisión está compuesto por líneas de 138 kV, las cuales presentan la particularidad de operar en determinadas horas del día (mínima demanda) con perfiles de tensión relativamente altos debido a la falta de un adecuado sistema de compensación reactiva.

Debido a que está área tiene una sobreoferta hidráulica como consecuencia de la baja demanda de la zona, se exporta su energía excedente hacia el SINAC a través de dos corredores, el primero de ellos formado por las líneas de transmisión en 138 kV L-1008 (Tintaya- Callallí) y L-1020 (Callallí – Santuario); el segundo corredor para exportar está energía es un enlace en 138/220 kV conformado por las líneas de transmisión en 138 kV L-1011 (Azángaro – Juliaca), L-1012 (Juliaca – Puno) y la línea en 220 kV L-2030 (Puno – Moquegua).

La zona de influencia de la CH Machupicchu comprende la SE Machupicchu, la SE Cachimayo, la SE Dolorespata y la SE Quencoro. Estas subestaciones se encuentran interconectadas por las líneas en 138 kV L-1002 (Machupicchu – Quencoro), L –1001 (Machupicchu – Cachimayo), L-1003 (Cachimayo – Dolorespata) y L-1004 (Dolorespata – Quencoro). La CH Machupicchu se conecta al SINAC través de la línea de 138 kV L-1005 (Quencoro – Tintaya).

La CH San Gabán tiene una zona de influencia mas reducida y comprende la SE San Gabán, la SE San Rafael y la SE Azángaro. Estas subestaciones se encuentran interconectadas por las líneas en 138 kV L-1010 (San Gabán – Azángaro), L-1013 (San Gabán – San Rafael) y L-1009 (San Rafael – Azángaro). La CH San Gabán se conecta al SINAC en la SE Azángaro y evacua su energía a través de un anillo en 138/220 kV formado por las líneas de 138 kV L-1006 (Tintaya - Azángaro), L-1011 (Azángaro – Juliaca) y L-1012 (Juliaca – Puno); en la SE Puno existe un auto transformador de 138/220 kV el cual enlaza la SE Puno con la SE Moquegua a través de la línea de 220 kV L-2030.

A continuación se describen las características mas importantes de cada una de las líneas de transmisión que conforman está área operativa.

2.2.1 Línea en 138 kV L-1005 (Quencoro – Tintaya)

Enlaza la SE Quencoro con la SE Tintaya y tiene una derivación en T en la SE Combapata la cual está ubicada a 87.52 km de la SE Quencoro. Está línea conecta la CH Machupicchu con el SINAC.

Tabla N ° 2.17 Principales características de la L-1005.

L-1005 (QUENCORO – TINTAYA)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	AAAC
Longitud	188.61 km.

Sección	240 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
N ° y tipo de estructuras	453 estructuras de Acero
N ° de cables de guarda	1 cable de acero galvanizado 50 mm ²
N ° y tipo de aisladores	Aisladores de vidrio
Resistencia de la línea	29.8 ohm
Reactancia de la línea	95.59 ohm
Suceptancia de la línea	632.84 μS
Impedancia de secuencia cero	315.99 ohm
Capacidad de transporte	75 MW
Disposición geométrica	Triangular

2.2.2 Línea en 138 kV L-1006 (Tintaya – Azángaro)

Enlaza la SE Azángaro con la SE Tintaya, en forma similar a la L-1005, también tiene una derivación en T en la SE Ayavirí. Está línea junto con las líneas L-1011, L-1020, L-1012, L-2030 y L-1008 conforman un anillo en 138/220 kV.

Tabla N ° 2.18 Principales características de la L-1006.

L-1006 (TINTAYA – AZANGARO)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	AAAC
Longitud	124.92 km.
Sección	240 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
N ° y tipo de estructuras	312 estructuras de Acero
N ° de cables de guarda	1 cable de acero galvanizado 50 mm ²
N ° y tipo de aisladores	Aisladores de vidrio y de porcelana
Resistencia de la línea	16.99 Ohm
Reactancia de la línea	62.87 Ohm
Suceptancia de la línea	423.85 μS
Impedancia de secuencia cero	179.81 Ohm
Capacidad de transporte	75 MW

Disposición geométrica	Triangular
------------------------	------------

2.2.3 Línea en 138 kV L-1008 (Tintaya – Callallí)

Enlaza la SE Tintaya con la SE Callallí y tiene una longitud de 96.3 km, está línea junto con las líneas L-1006, L-1020, L-1011, L-1012 y L-2030 conforman un anillo en 138/220 kV.

Tabla N° 2.19 Principales características de la L-1008.

L-1008 (TINTAYA – CALLALLI)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	ACSR
Longitud	96.3 km.
Sección	283 mm ²
N° de ternas	Simple terna
N° y tipo de estructuras	216 estructuras de Acero
N° de cables de guarda	1 cable de acero galvanizado 50 mm ²
N° y tipo de aisladores	Aisladores de vidrio
Resistencia de la línea	10.78 Ohm
Reactancia de la línea	57.15 Ohm
Suceptancia de la línea	326.74 μ S
Impedancia de secuencia cero	135.63 Ohm
Capacidad de transporte	106 MVA
Disposición geométrica	Triangular

2.2.4 Línea en 138 kV L-1020 (Callallí – Santuario)

Inicialmente fue parte de la línea Tintaya – Santuario, posteriormente, se instaló una derivación PI en la SE Callallí conformándose dos líneas la L-1008 (Tintaya – Callallí) y la L-1020 (Callallí – Santuario).

Tabla N° 2.20 Principales características de la L-1020.

L-1020 (CALLALLI – SANTUARIO)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	ACSR

Longitud	83.4 km.
Sección	283 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
N ° y tipo de estructuras	195 estructuras de Acero
N ° de cables de guarda	1 cable de acero galvanizado 50 mm ²
N ° y tipo de aisladores	Aisladores de vidrio
Resistencia de la línea	10.78 Ohm
Reactancia de la línea	57.15 Ohm
Suceptancia de la línea	326.74 μ S
Impedancia de secuencia cero	135.63 Ohm
Capacidad de transporte	106 MVA
Disposición geométrica	Triangular

2.2.5 Línea en 138 kV L-1011 (Azángaro – Juliaca)

Enlaza la SE Azángaro y la SE Juliaca, es una línea relativamente corta y es muy importante debido a que junto con las líneas L-1006, L-1020, L-1012, L-1008 y L-2030 conforman un anillo en 138/220 kV.

Tabla N ° 2.21 Principales características de la L-1011.

L-1011 (AZANGARO – JULIACA)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	AAAC
Longitud	78.2 km.
Sección	240 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
N ° y tipo de estructuras	203 estructuras de Acero
N ° de cables de guarda	1 cable de acero galvanizado 50 mm ²
N ° y tipo de aisladores	Aisladores de vidrio y de porcelana
Resistencia de la línea	10.68 Ohm
Reactancia de la línea	39.35 Ohm
Suceptancia de la línea	265.33 μ S
Impedancia de secuencia cero	112.56 Ohm

Capacidad de transporte	75 MW
Disposición geométrica	Triangular

2.2.6 Línea en 138 kV L-1012 (Juliaca – Puno)

Enlaza la SE Juliaca con la SE Puno y tiene una longitud de 37.06 km. En forma conjunta con las líneas L-1006, L-1008, L-1020, L-1011 y L-2030 conforman un anillo en 138/220 kV.

Tabla N ° 2.22 Principales características de la L-1012.

L-1012 (JULIACA – PUNO)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	Aleación de Aluminio
Longitud	37.06 km.
Sección	300 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
N ° y tipo de estructuras	101 estructuras de Celosía, autoportante de perfiles de acero galvanizado.
N ° de cables de guarda	Un cable de guarda de acero galvanizado de 50 mm ² (EHS)
N ° y tipo de aisladores	Tipo STANDARD clase ANSI 52-3 Para suspensión son 12 y para anclaje 13 aisladores
Vano promedio	350 m
Resistencia de la línea	4.14 ohms
Reactancia de la línea	17.79 ohms
Impedancia de secuencia cero	46.21 ohms
Impedancia homopolar	47.03 ohms
Capacidad de transporte	75 MW
Disposición geométrica	Triangular

2.2.7 Línea en 138 kV L-1001 (Machupicchu – Cachimayo)

Enlaza la SE Machupicchu con la SE Cachimayo, está línea junto con la L-1002, L-1003 y L-1004 transmiten la energía generada por la CH Machupicchu a toda la región Cusco.

Tabla N ° 2.23 Principales características de la L-1001.

L-1001 (CACHIMAYO – MACHUPICCHU)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	ACSR
Longitud	76.8 km.
Sección	227.82 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
N ° y tipo de estructuras	256 estructuras de celosía de fierro galvanizado
N ° de cables de guarda	Un cable de guarda
Resistencia de la línea	12.0576 ohms
Reactancia de la línea	38.496 ohms
Impedancia de secuencia cero	127.98 ohms
Capacidad de transporte	88 MW
Disposición geométrica	Triangular

2.2.8 Línea en 138 kV L-1002 (Machupicchu – Quencoro)

Enlaza la SE Machupicchu con la SE Quencoro y tiene una longitud de 95.3 km. Está línea junto con la L-1001, L-1003 y L-1004 transmite la energía generada por la CH Machupicchu a toda la región Cusco.

Tabla N ° 2.24 Principales características de la L-1002.

L-1002 (MACHUPICCHU – QUENCORO)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	Aldrey
Longitud	95.3 km.
Sección	236 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
N ° y tipo de estructuras	268 estructuras de Celosía, autoportante

	de perfiles de fierro galvanizado.
N ° de cables de guarda	Un cable de guarda
Resistencia de la línea	13.9138 ohms
Reactancia de la línea	49.53694 ohms
Impedancia de secuencia cero	154.87 ohms
Capacidad de transporte	90 MW
Disposición geométrica	Triangular

2.2.9 Línea en 138 kV L-1003 (Cachimayo – Dolorespata)

Enlaza la SE Cachimayo con la SE Dolorespata y tiene una longitud de 13.5 km. Está línea junto con la L-1001 suministran energía en forma confiable al cliente libre Cementos Yura (23 MW).

Tabla N ° 2.25 Principales características de la L-1003.

L-1003 (CACHIMAYO – DOLORESPATA)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	ACSR
Longitud	13.5 km
Sección	227.82 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
N ° y tipo de estructuras	47 estructuras de Celosía, autoportante de perfiles de fierro galvanizado.
N ° de cables de guarda	Un cable de guarda
Resistencia de la línea	12.0576 ohms
Reactancia de la línea	38.496 ohms
Impedancia de secuencia cero	127.98 ohms
Capacidad de transporte	88 MW
Disposición geométrica	Triangular

2.2.10 Línea en 138 kV L-1004 (Dolorespata – Quencoro)

Enlaza la SE Dolorespata con la SE Quencoro y tiene una longitud de 8.3 km. Presenta las características mostradas en la siguiente tabla:

Tabla N ° 2.26 Principales características de la L-1004.

L-1004 (DOLORESPATA – QUENCORO)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	Aldrey
Longitud	8.3 km.
Sección	236 mm ²
Línea en 138 kV L-1006N ° de ternas	Simple terna
N ° y tipo de estructuras	23 estructuras de Celosía, autoportante de perfiles de fierro galvanizado.
N ° de cables de guarda	Un cable de guarda
Resistencia de la línea	13.9138 ohms
Reactancia de la línea	49.53694 ohms
Impedancia de secuencia cero	154.87 ohms
Capacidad de transporte	90 MW
Disposición geométrica	Triangular

2.2.11 Línea en 138 kV L-1010 (San Gabán – Azángaro)

Enlaza la CH San Gabán con la SE Azángaro, tiene una longitud de 159.3 km y una capacidad de transmisión de 92 MVA. Es a través de esta línea y de la L-1013 que la CH San Gabán exporta su energía al SINAC.

Tabla N ° 2.27 Principales características de la L-1010.

L-1010 (SAN GABAN – AZANGARO)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	AAAC
Longitud	159.3 km.
Sección	300 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
Tipo de estructuras	SPR, SPA, SBA, SPS
N ° de cables de guarda	Un cable de guarda OPGW F.O
Tipo de aisladores	U-100 BL y U-120 BS
Vano promedio	500 m

Resistencia de la línea	17.68 ohm
Reactancia de la línea	80.17 ohm
Suceptancia de la línea	540.36 μ S
Impedancia de secuencia cero	273.43 ohm
Capacidad de transporte	92 MVA
Disposición geométrica	Coplanar vertical

2.2.12 Línea en 138 kV L-1013 (San Gabán – San Rafael)

Enlaza la CH San Gabán con la SE San Rafael, junto con la L-1009 conforman un sistema confiable de suministro de energía para el cliente libre Minsur (10 MW).

Tabla N ° 2.28 Principales características de la L-1013.

L-1013 (SAN GABAN – SAN RAFAEL)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	AAAC
Longitud	76.48 km.
Sección	300 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
Tipo de estructuras	SPR, SPA, SBA, SPS
N ° de cables de guarda	Un cable de guarda OPGW F.O.
N ° y tipo de aisladores	U-10013L y U-120 BS
Vano promedio	500 m
Resistencia de la línea	8.49 ohm
Reactancia de la línea	38.49 ohm
Suceptancia de la línea	259.46 μ S
Impedancia de secuencia cero	131.27 ohm
Capacidad de transporte	92 MVA
Disposición geométrica	Coplanar vertical

2.2.13 Línea en 138 kV L-1009 (San Rafael – Azángaro)

Enlaza la SE Azángaro con la SE San Rafael, junto con la L-1013 conforman un sistema confiable de suministro de energía para el cliente libre Minsur (10 MW).

Tabla N ° 2.29 Principales características de la L-1009.

L-1009 (SAN RAFAEL- AZANGARO)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	AAAC
Longitud	89.29 km.
Sección	300 mm ²
N ° de ternas	Doble terna
Tipo de estructuras	SPR, SPA, SBA, SPS
N ° de cables de guarda	Un cable de guarda OPGW F.O
N ° y tipo de aisladores	U-10013L y U-120 BS
Vano promedio	500 m
Resistencia de la línea	9.91 ohm
Reactancia de la línea	44.93 ohm
Suceptancia de la línea	302.88 μ S
Impedancia de secuencia cero	153.26 Ohm
Capacidad de transporte	92 MVA
Disposición geométrica	Coplanar vertical

2.2.14 Línea en 138 kV L-1040 (Callallí – Ares)

Enlaza la SE Callallí con la SE Ares y fue construida para abastecer de energía en forma confiable a los centros mineros de la zona debido a que la línea de 66 kV Callallí-Caylloma presentaba una alta tasa de salida por fallas.

Tabla N ° 2.30 Principales características de la L-1040.

L-1040 (CALLALLI – ARES)	
Nivel de tensión	138 kV
Tipo de conductor	AAAC
Longitud	103.5 km.
Sección	240 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
N ° y tipo de estructuras	295 estructuras de celosía

N ° de cables de guarda	Dos cables de guarda
N ° y tipo de aisladores	Suspensión 13 unidades/cadena Anclaje 14 unidades/cadena
Vano promedio	350 m.
Resistencia de la línea	13.6827 ohm/km.
Reactancia de la línea	48.74 ohm/km.
Suceptancia de la línea	369.88 μ S/km.
Capacidad de transporte	60 MVA
Disposición geométrica	Triangular

2.2.15 Línea en 220 kV L-2030 (Puno – Moquegua)

Circuito en 220 kV que enlaza la SE Puno con la SE Moquegua a través del auto transformador 138/220 kV de la SE Puno; conforma con las líneas de 138 kV L-1011 y L-1012 uno de los corredores por donde se exporta el excedente de generación producido por las centrales hidroeléctricas San Gabán y Machupicchu.

Tabla N ° 2.31 Principales características de la L-2030.

L-2030 (MOQUEGUA – PUNO)	
Nivel de tensión	220 kV
Tipo de conductor	1er tramo: ACSR 2 do tramo: ACSR
Longitud	1er tramo: 33.478 km 2 do tramo: 163.151 km
Sección	1er tramo: 592 mm ² 2 do tramo: 726 mm ²
N ° de ternas	Simple terna
Resistencia de la línea	1er tramo: 1.896 ohm 2 do tramo: 7.622 ohm
Reactancia de la línea	1er tramo: 16.923 ohm 2 do tramo: 81.165 ohm
Suceptancia de la línea	1er tramo: 109.908 μ S 2 do tramo: 544.598 μ S

Impedancia de secuencia cero	1er tramo: 47.773 ohm 2 do tramo: 231.511 ohm
Capacidad de transporte	1er tramo: 393 amp 2 do tramo: 393 amp
Disposición geométrica	Triangular

2.3 Características de los equipos de compensación reactiva

El área operativa Sur Este se caracteriza por presentar un déficit de compensación reactiva inductiva, debido a ello, en algunas ocasiones (en mínima demanda o días feriados) fue necesario desconectar algunas líneas de transmisión para aliviar el problema de sobretensiones que se presentan en operación normal, las líneas que normalmente se desconectaban eran una terna en 220 kV de la CT Ilo2- Moquegua (L-2027) o una terna en 138 kV de la CH San Gabán- Azángaro (L-1010).

Por este motivo y debido a la demora en reponer los suministros afectados luego de una perturbación fuerte de esta área, se decidió instalar un reactor de 20 MVAR en la SE Azángaro. Adicionalmente a este nuevo equipamiento, se tiene también el SVC de la SE Tintaya y un compensador controlado en forma manual de 7.5 MVAR capacitivos y 5 MVAR inductivos en la SE Juliaca.

2.3.1 SVC de la Tintaya

El Static Var Compensator instalado en la SE Tintaya es del tipo TCR (Reactor Controlado por Tiristores) de 15 MVAR y un filtro de Quinta armónica de 15 MVAR. Este SVC tiene la posibilidad de ampliación de un filtro de Séptima armónica de 10 MVAR.

Su rango de potencia nominal es de 0 MVAR inductivos y de 15 MVAR capacitivos y se conecta a la barra de 138 kV de la SE Tintaya a través de un transformador de 25 MVA 138/10kV.

El SVC está diseñado para permitir una operación continua sin restricciones en cualquier punto a lo largo de la característica $V - I$ con el voltaje en la barra de 138 kV en 1.05 pu., el voltaje de referencia del SVC en 1.05 p.u. y la pendiente comprendida entre un rango de 0 a 5 %.

Entre las características generales más resaltantes de un SVC tenemos:

- a) Capacidad de controlar en forma individual la tensión por fase de las barras a los cuales están conectados.

- b) Capacidad de amortiguar las oscilaciones de potencia.
- c) Capacidad de amortiguar flickers debido a variaciones de carga de clientes industriales (por ejemplo acerías, plantas mineras, etc).
- d) Rápida respuesta frente a variaciones súbitas de tensión.

En las tablas N ° 2.32 y 2.33 se muestran las principales características del SVC de Tintaya y del transformador que lo conecta a la barra de 138 kV de dicha subestación.

Tabla N ° 2.32 Principales características del SVC de la SE Tintaya.

SVC – TINTAYA	
Nivel de tensión	10 kV
Potencia reactiva inductiva	0 MVAR
Potencia reactiva capacitiva	15 MVAR
Fabricante	ABB
Tipo	TCR (Reactor controlado por tiristores)
Inductancia del reactor TCR	49.8 mH por fase
Inductancia del filtro de Quinta armónica	823 uH por fase
Capacitancia del filtro de Quinta armónica	356 uF por fase
Pendiente de la característica V – I	0 – 5 %

Tabla N ° 2.33 Principales características del transformador del SVC de la SE Tintaya.

TRANSFORMADOR DEL SVC	
Relación de transformación	138 +/- 4x2.5 %/10 Kv
Potencia	25 MVA
Tipo de refrigeración	ONAN
Tensión de cortocircuito	12.64 %
Grupo de conexión	Ynd 5
Cambiador de tomas bajo carga	No tiene (Tap fijo)

2.3.2 Compensador de la SE Juliaca

El compensador de la SE Juliaca consta de 7.5 MVAR de compensación reactiva capacitiva (dos bancos capacitores de 2.5 y 5 MVAR) y de 5 MVAR de compensación reactiva inductiva. El banco de 2.5 MVAR tiene la capacidad de ser ampliado hasta 5 MVAR.

El compensador está conectado a la barra de 138 kV de la SE Juliaca a través del devanado terciario del transformador de 138/60/10 kV de la SE Juliaca y está diseñado para permitir la operación hasta un nivel de 1.05 p.u. en la barra de 138 kV; en este caso los dos bancos capacitores conectados entregarían una potencia reactiva de 8.26 MVAR.

En las tablas N ° 2.34 y 2.35 se muestran las principales características de la compensación reactiva y del transformador de 138/60/10 kV a través del cual se conectan los bancos de capacitores y el reactor.

Tabla N ° 2.34 Principales características de los capacitores y el reactor de la SE Juliaca.

BANCO DE CAPACITORES	
Tensión	10 kV
Capacidad	1x2.5+1x5 MVAR
Fabricante	ABB
REACTOR	
Tensión	10 kV
Capacidad	5 MVAR
Fabricante	ABB

Tabla N ° 2.35 Principales características del transformador de la SE Juliaca

TRANSFORMADOR 138/60/10 KV	
Relación de transformación	138 +/- 8x1.255 %/60/10 kV
Potencia	32/32/8 MVA ONAN 40/40/10 MVA ONAF
Tipo de refrigeración	ONAN/ONAF
Tensión de cortocircuito	13.105/5.584/1.661 %
Grupo de conexión	YN/yn0/d5
Cambiador de tomas bajo carga	Si tiene

2.3.3 Reactor de 20 MVAR de Azángaro

El reactor de 20 MVAR de la SE Azángaro entró en servicio en el año 2004 y su construcción fue un compromiso asumido por la empresa concesionaria REP (Red de Energía del Perú) con el Estado Peruano cuando le fue adjudicada la concesión de los activos de la empresa estatal ETESUR.

Antes de que el reactor entrará en servicio, las centrales hidráulicas del Sur Este operaban subexcitadas, en estas condiciones, dichas centrales eran mas propensas a perder el sincronismo debido a oscilaciones de potencia.

Tabla N ° 2.36 Principales características del reactor de 20 MVAR de la SE Azángaro

SE AZANGARO – REACTOR	
Fabricante	Crompton Greaves LTD
Procedencia	India
Norma de Fabricación	IEC 60289
Capacidad	20 MVAR
Tipo de construcción del núcleo	Tipo CORE
Método de puesta a tierra	Sólido
Nivel de tensión	138 kV
Tensión porcentual de saturación con respecto a la tensión asignada	$\geq 130 \%$
Impedancia referida a 75 ° C y a la tensión asignada	952.2 ohm
Tipo de aislamiento	No uniforme
Pérdidas a 75 ° C de temperatura de referencia y a la frecuencia y tensión asignada	46 kW (máximo)

2.4 Configuración de las principales sub-estaciones de potencia

La principal característica de las subestaciones de esta área operativa es que son de simple barra a excepción de la subestación de Azángaro, la cual es de doble barra pero opera normalmente con una barra en servicio y la otra barra fuera de servicio.

Tabla N° 2.37 Configuración de las Subestaciones del área Sur Este

SUBESTACION	SIMPLE BARRA	DOBLE BARRA
Machupicchu	X	
Cachimayo	X	
Dolorespata	X	
Quencoro	X	
Combapata	X	
Tintaya	X	
Ayavirí	X	
Azángaro		X
San Rafael	X	
San Gabán	X	
Juliaca	X	
Puno	X	

2.5 Descripción de los principales clientes libres

Debido a la geografía imperante en el área operativa Sur Este, la principal actividad que se desarrolla en estas regiones es la actividad minera, por lo tanto, no es de extrañar que los principales clientes no regulados de la zona sean empresas mineras tales como BHP Tintaya, Industrias Cachimayo y Minera del Sur.

Se hará una descripción de estos tres clientes libres dado que obtienen su energía directamente de la red de transmisión y debido a que su demanda conjunta representa aproximadamente el 48.47 % de la demanda total de la zona.

En la figura 2.1 se muestra un diagrama de carga típico del área operativa sur Este, se incluyen asimismo los diagramas de carga de los tres principales clientes libres del área.

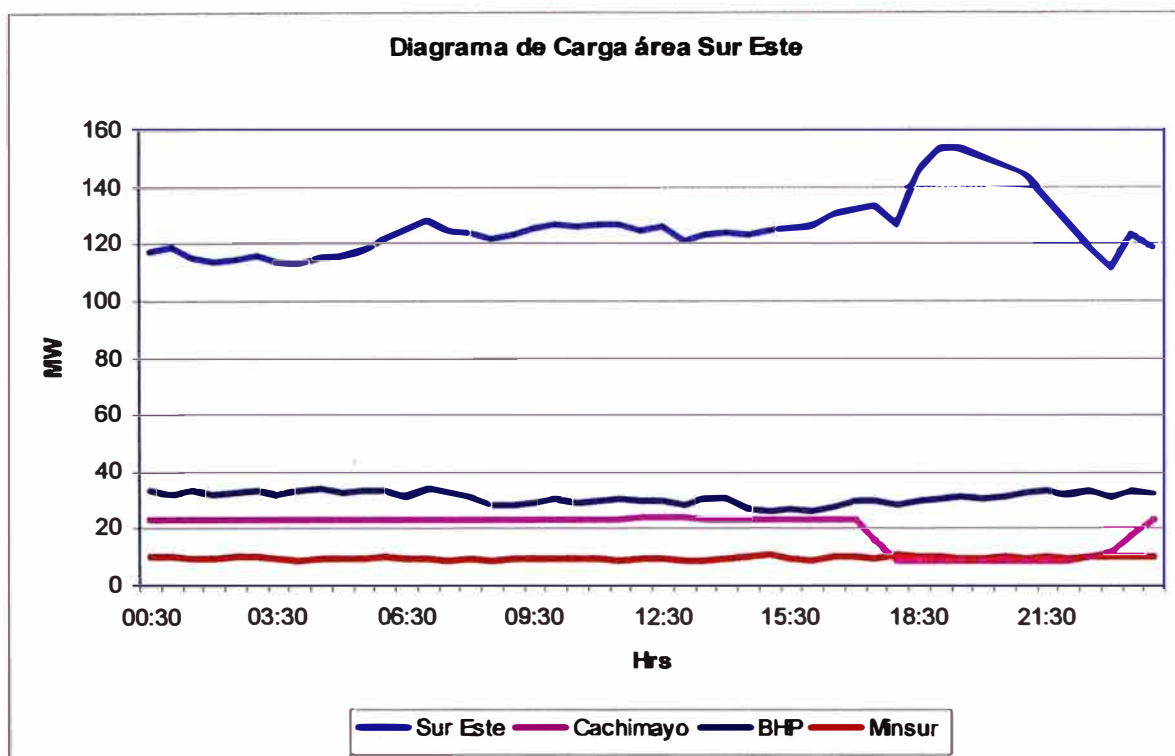


Fig. 2.1 Diagrama de carga del área operativa Sur Este

2. 5.1 BHP Tintaya

BHP TINTAYA es una compañía minera privada que produce concentrados y cátodos de cobre, está ubicada en la provincia de Espinar a 250 km al suroeste de la ciudad del Cusco y a 4100 m.sn.m, su explotación se realiza a tajo abierto. Originalmente fue propiedad del Estado Peruano y empezó su producción en 1985.

Desde el foso a cielo abierto que contiene mineral Sulfuro de cobre, se extrae concentrado de cobre por medio de un proceso de flotación. Luego el concentrado se traslada al puerto de Matarani donde se embarca a los mercados de todo el mundo.

En el año 2000 la producción fue de 90,000 tm de cobre y se espera que para el 2003 se haya incrementado a 140,000 tm con la puesta en servicio de la nueva planta de Óxidos la cual entró en operación comercial en junio de 2002. La planta de Óxidos es una instalación SX/EW de Lixiviación de cobre para el procesamiento de reservas de Óxido. La planta de Óxidos producirá 34,000 toneladas de Cátodo de cobre al año.

En la siguiente figura se muestra como pueden tratarse los minerales de cobre, sean sulfuros u óxidos, cada uno de los cuales es tratado con un proceso metalúrgico diferente.

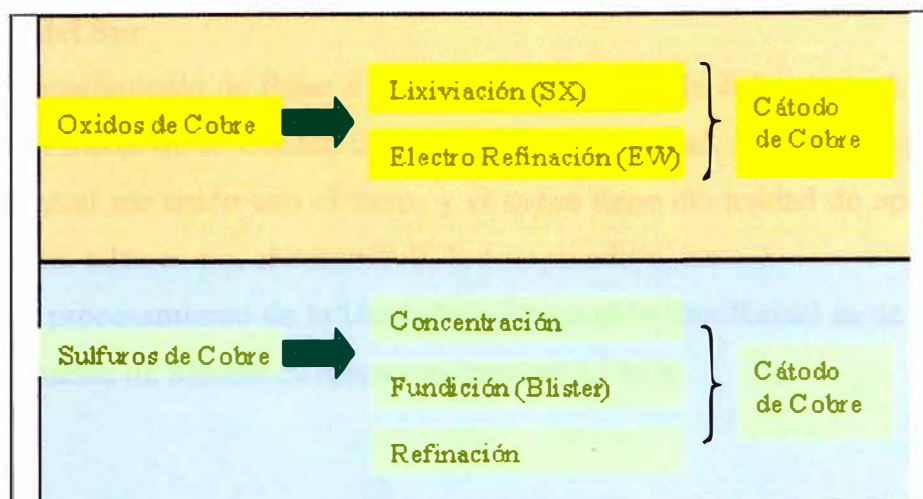


Fig. 2.2 Formas de tratamiento de cobre

Las reservas de BHP Tintaya se encuentran en las profundidades del tajo de la mina y suman aproximadamente 106 millones de toneladas de mineral.

La demanda de la planta de Sulfuros en Tintaya es aproximadamente 20 MW y es alimentada a través de un transformador de 138/10 kV 20 MVA. La demanda de la nueva planta de Óxidos es similar a la de la planta de sulfuros (20 MW) y es alimentada a través de un transformador de 138/10 kV 25 MVA.

2. 5.2 Industrias Cachimayo

Está ubicada en Cachimayo, departamento de Cusco. Es la principal planta productora de Nitrato de Amonio en el país, insumo utilizado en la producción de Nitrato de Amonio grado ANFO, material explosivo que se utiliza principalmente en minería. También produce Nitrato de Amonio para uso como fertilizante agrícola y Nitrato de Amonio grado técnico, empleado en la fabricación de insumos para la minería, industria farmacéutica, alimentos y otros.

Entre sus principales cargas eléctricas podemos mencionar tres motores asíncronos de 1220, 1250 y 1475 HP cada uno, así como un motor síncrono de 300 HP. Debido a que esta planta posee rectificadores de estado sólido en su proceso de producción, es muy sensible a las variaciones de tensión, debido a esto, usualmente cuando ocurren eventos tales como recierres monofásicos exitosos en las líneas de 138 kV en el área de Cusco, Yura Cachimayo disminuye en forma apreciable su carga.

Para mejorar su factor de potencia cuenta con cuatro bancos capacitores, dos de 2 MVAR y dos de 1 MVAR, totalizando una potencia capacitiva de 6 MVAR.

La demanda de Industrias Cachimayo es 23 MW en hora fuera de punta y 8 MW en hora punta.

2. 5.3 Minera del Sur

Ubicada en el departamento de Puno a 181 km de la ciudad de Juliaca y a 4,730 m.s.n.m, Minera del Sur, a través de su Unidad de Producción San Rafael, es la principal productora de Estaño, el cual al ser unido con el fierro y el cobre tiene diversidad de aplicaciones en nuestra vida diaria, tales como, el automóvil, la computadora, etc.

La capacidad de procesamiento de la Unidad de Producción San Rafael es de 2500 ton/día y la máxima demanda de Minsur es aproximadamente 12 MW.

CAPITULO III

PERTURBACIONES EN LA RED DE TRANSMISION CON COLAPSO DEL SISTEMA

La Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos realiza el control de calidad de los servicios eléctricos, entre otros aspectos, en función de la Calidad de Producto y la Calidad de Suministro. La calidad de Producto se refiere a establecer márgenes aceptables para los siguientes parámetros: tensión, frecuencia y perturbaciones. La calidad de suministro se refiere a las interrupciones (programadas o no programadas) que tenga un usuario. Es decir, se mide la calidad en el suministro de la energía eléctrica en términos del número y la duración de las interrupciones en el suministro y de mantener ciertos parámetros (tales como la tensión y la frecuencia) dentro de márgenes adecuados de operación.

Estos índices de calidad se ven afectados principalmente cuando ocurren perturbaciones en la red que conllevan a transgredir los parámetros mencionados en el párrafo anterior. Tales perturbaciones pueden deberse a factores tales como : fenómenos naturales (descargas atmosféricas, heladas, vientos, terremotos, etc), materiales defectuosos y errores humanos. Estas perturbaciones se reducen al mínimo si los equipos han sido diseñados y seleccionados en forma adecuada, con márgenes de seguridad técnica y económicamente razonables, asimismo, es importante llevar a cabo un adecuado programa de mantenimiento que nos permita detectar la parte de la red que haya disminuido sus coeficientes de seguridad, y finalmente, brindar una adecuada capacitación y motivación al personal encargado de la explotación.

A continuación, se analizarán los motivos por los cuales, ante la desconexión de una de las líneas de 138 kV L-1008 (Tintaya – Callallí) o L-1011 (Azángaro – Juliaca), se produce el colapso parcial o total del área operativa Sur Este.

3.1 Análisis de las condiciones de operación del área Sur Este.-

De la experiencia que se tiene en la operación del SEIN, se ha verificado que cuando la CH Machupicchu y la CH San Gabán se encuentran operando a plena carga (esto ocurre en los

meses de Diciembre a Abril en la época de avenida) y se desconecta por falla una de las líneas de 138 kV L-1008 (Tintaya – Callallí) o L-1011 (Azángaro – Juliaca), se producen oscilaciones electromecánicas crecientes y no amortiguadas entre las centrales eléctricas del Sur Este con el resto de centrales del SEIN, como consecuencia, en algunas ocasiones estas oscilaciones han ocasionado la pérdida de sincronismo del área, y/o la apertura de algunas líneas de transmisión con el colapso total del Sur Este. Asimismo, se ha observado que los eventos con pérdida de sincronismo de las centrales del Sur Este, ocasionan una gran excursión de la frecuencia con oscilaciones superpuestas de alta frecuencia.

Se ha comprobado que los modos de oscilación de las centrales del Sur Este con las centrales del SEIN, corresponden a modos de oscilación inter área, con una frecuencia de oscilación que varía entre 0.5 y 0.7 Hz. Los modos de oscilación inter área ocurren cuando los generadores de una parte del sistema oscilan contra los otros generadores del sistema, usualmente la parte del sistema que oscila contra el resto de los generadores se conecta a través de enlaces débiles al sistema interconectado.

En particular en el caso del área operativa Sur Este, los motivos por los cuales se presentan estas oscilaciones son:

- a) Las grandes reactancias externas que ven en sus bornes los generadores de las centrales Machupicchu y San Gabán II, las cuales se encuentran en el orden de 0.5 p.u para cada central con topología N. Estas grandes impedancias que se observan se deben a las características topológicas del sistema de transmisión del Sur Este.
- b) Las bajas constantes de inercia que tienen las centrales de Machupicchu y San Gabán, las cuales se encuentran en el orden de 2 a 2.5 s, que son inferiores a los valores normales, los cuales se encuentran entre 3.5 y 4.5 s.
- c) La inadecuada selección de las señales de entrada a los estabilizadores de sistemas de potencia de los reguladores de tensión de las centrales.

En el estudio realizado por la empresa consultora CESI¹, para determinar la máxima generación en forma conjunta de las centrales de San Gabán y Machupicchu, se determinó que la línea cuya apertura provocaba la producción máxima conjunta de ambas centrales, era la línea L-1011 (Azángaro – Juliaca), la apertura de la L-1008 (Tintaya – Callallí) presentaba un escenario menos severo.

¹ Informe Final del estudio de Rechazo de Generación en las centrales de San Gabán II y Machupicchu, ante desconexión de las líneas L-1008 o L-1011

Este estudio determinó que la máxima producción conjunta de ambas centrales se obtiene cuando Machupicchu genera el 85 % y San Gabán el 70.7 %, totalizando una producción de 158 MW. En la figura N ° 3.1 se muestra el límite de producción relativo de las CC.HH. San Gabán II y Machupicchu.

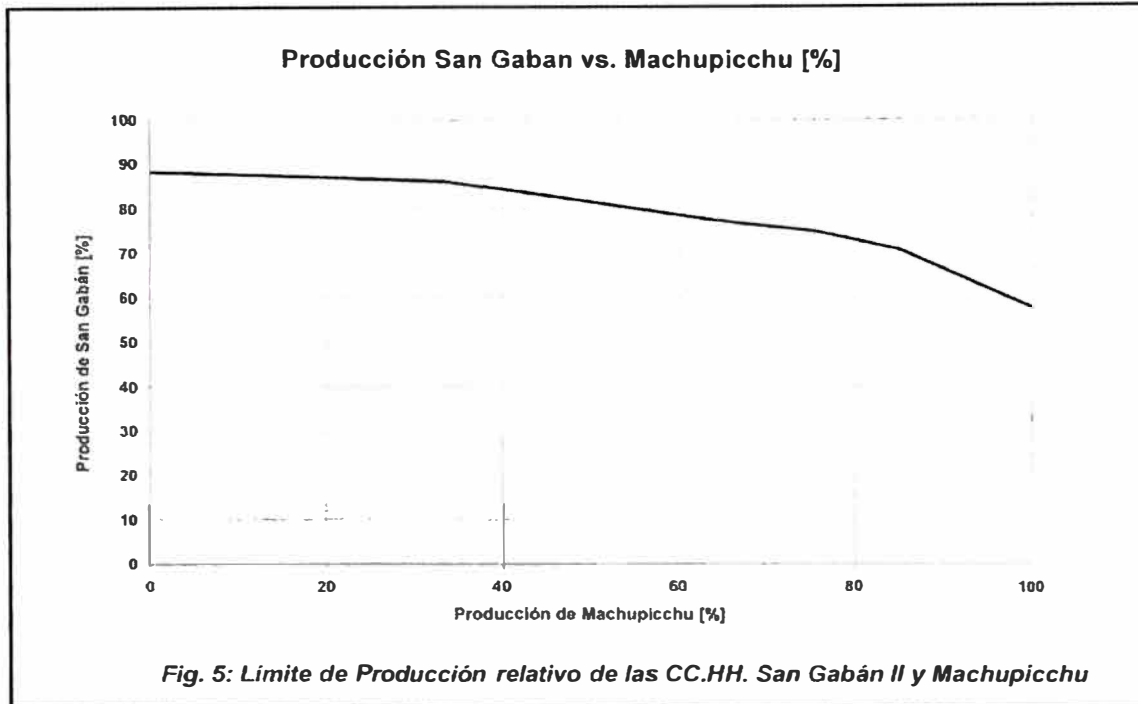


Fig. 3.1 Límite de producción relativo de las CC.HH. San Gabán II y Machupicchu. Asimismo, mediante pruebas experimentales en campo², se determinó que para una producción de la CH San Gabán II superior al 70 % de carga y bajo una configuración crítica de la red de transmisión (L-1008 o L-1011 fuera de servicio), resulta un fenómeno de oscilación electromecánica inter área con modulación, caracterizado por una frecuencia de alrededor de los 0.65 Hz.

3.1.1 Oscilaciones en el área operativa Sur el día 28.06.2003.-

El día 28.06.2003, se presentó una configuración especial en el sistema Sur Este debido a que salió fuera de servicio por mantenimiento programado la línea L-1008 (Tintaya – Callallí), esta línea estuvo fuera de servicio de 07:53 a 17:04 h. La configuración del sistema era la que se muestra en la figura 3.2.

² Pruebas de Estabilidad Permanente en la CH San Gabán II

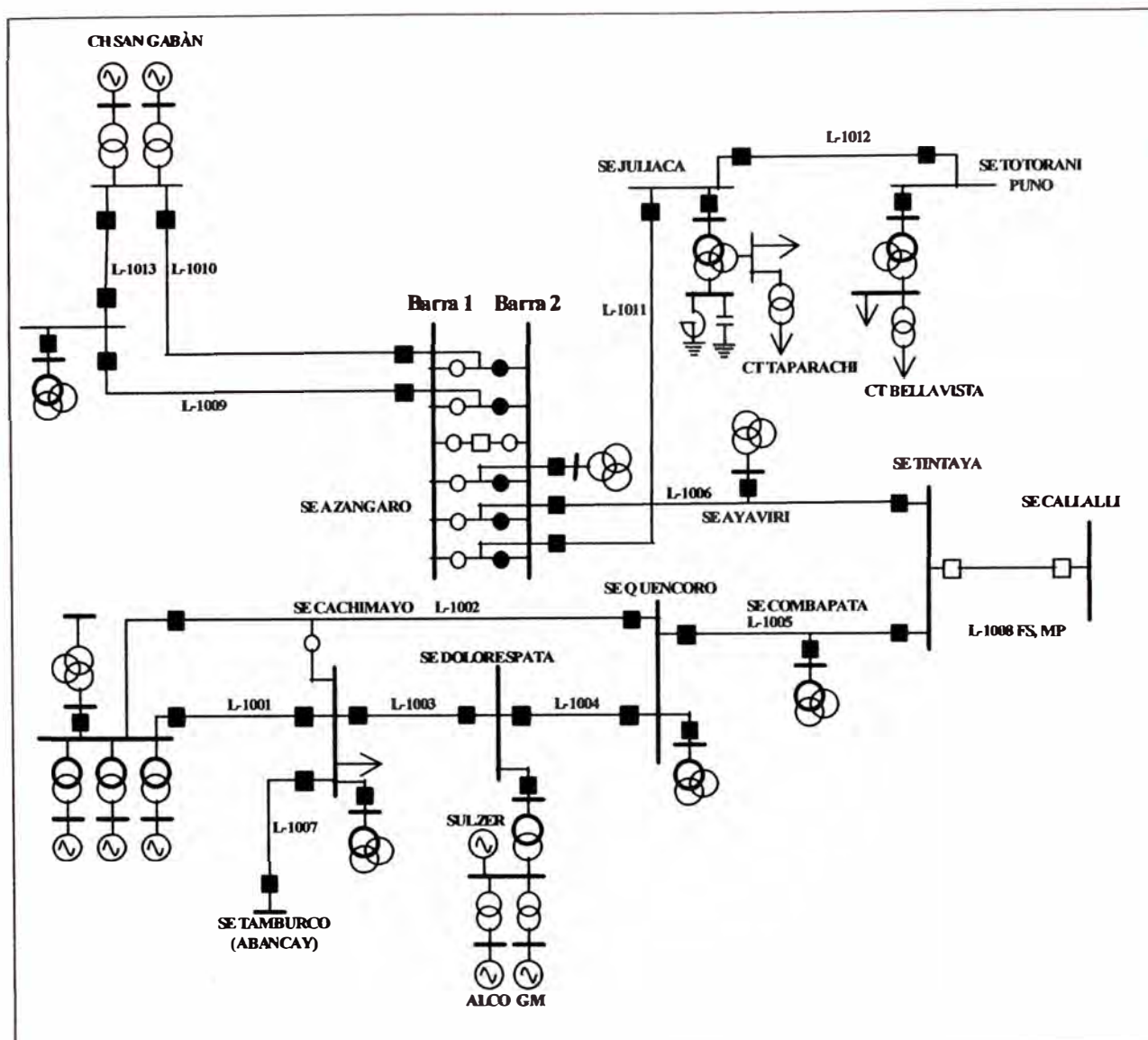


Fig. 3.2 Configuración del área operativa Sur Este el 28.06.2003

A las 08:00 h, cuando la generación de la CH Machupicchu era de 70 MW, la CH San Gabán se encontraba con 50 MW, las unidades TV2 y TV4 de la CT Ilo 1 con 20 y 55 MW respectivamente y la CT Ilo 2 se encontraba con 131 MW, se registraron oscilaciones de potencia en las centrales del Sur Este. En la CT Ilo 1, la generación de las unidades TV2 y TV4 oscilaron de 20 a 22 MW y de 55 a 69 MW respectivamente, en la CT Ilo 2 se registró una oscilación de 131 a 148 MW. Como medida correctiva, con el fin de atenuar las oscilaciones, se disminuyó la generación de la CH Machupicchu de 70 a 40 MW y de la CH San Gabán II de 50 a 27 MW.

A las 08:38 h, cuando se subió la generación de la CH Machupicchu de 60 a 70 MW, se volvieron a presentar oscilaciones de potencia en el SEIN. En esos momentos la CH San Gabán II generaba 30 MW, las unidades TV2 y TV4 de la CT Ilo 1 se encontraban con 22

y 55 MW respectivamente y la CT Ilo 2 se encontraba con 135 MW. Se coordinó disminuir la generación de la CH Machupicchu hasta atenuar las oscilaciones, las cuales desaparecieron cuando Machupicchu bajó a 40 MW. Estas oscilaciones volvieron a presentarse nuevamente a las 10:05 h, cuando se coordinó subir la generación de la CH Machupicchu de 65 a 70 MW, en esos momentos la CH San Gabán II se encontraba generando 50 MW y la CT Ilo 2 con 135 MW. Con el fin de atenuar las oscilaciones se disminuyó la generación de la CH Machupicchu a 40 MW y de la CH San Gabán II a 30 MW.

En las siguientes figuras (Fig. 3.3 y Fig. 3.4) se muestran dos oscilogramas los cuales fueron captados por el registrador de fallas de la CT Ilo 2 (BEN 5000) a las 11:44 h, cuando la CT Ilo 2 y la CT Ilo 1 generaban 135 y 78 MW respectivamente. De acuerdo a los oscilogramas se observa que el período de oscilación para la potencia y la frecuencia fue de 1.25 s (0.67 Hz), con una amplitud de 20.4 MW (6.8 MW por fase) y de 17 mHz en la potencia y frecuencia respectivamente.

La frecuencia de oscilación registrada (0.67 Hz) confirma lo dicho anteriormente, en el sentido de que las oscilaciones que se producen son del tipo inter área y que estas involucran a todas las centrales del sistema y no solo son un problema de las centrales del Sur Este.

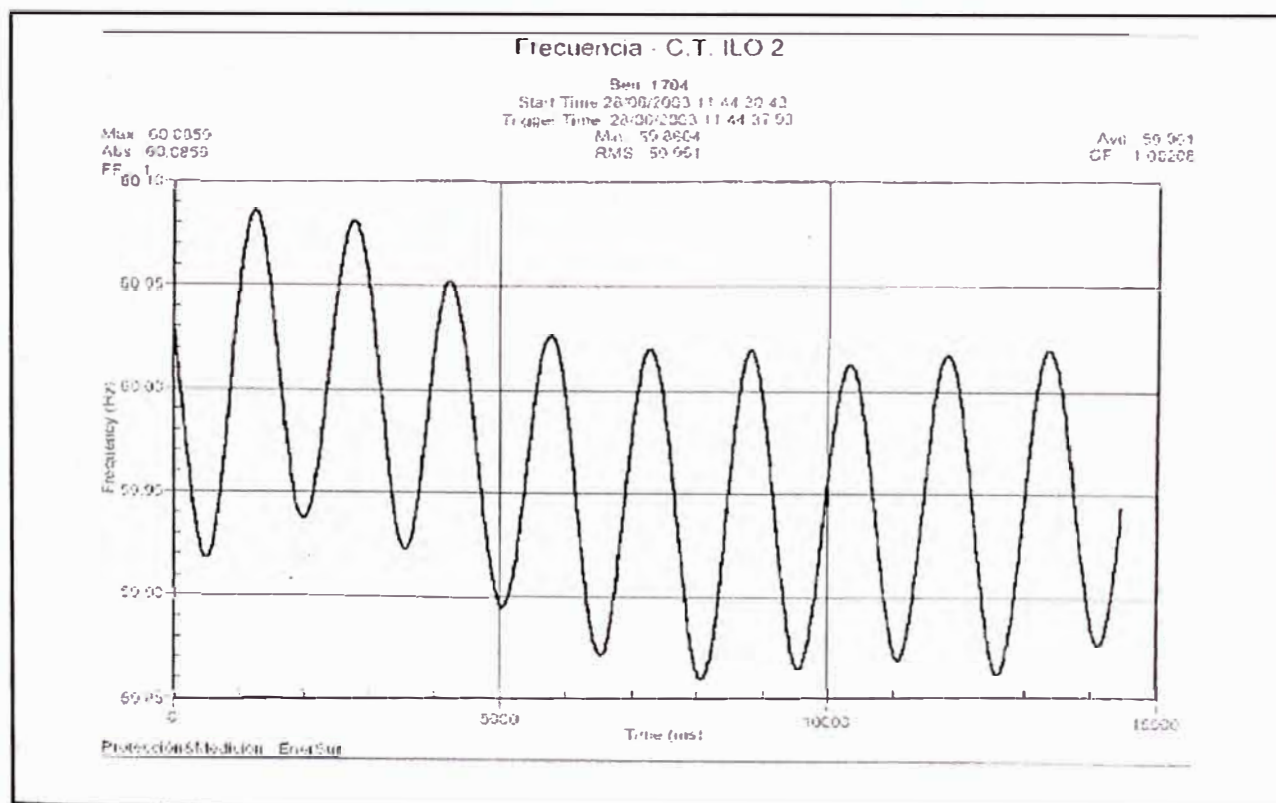


Fig. 3.3.- Frecuencia registrada en la CT Ilo2

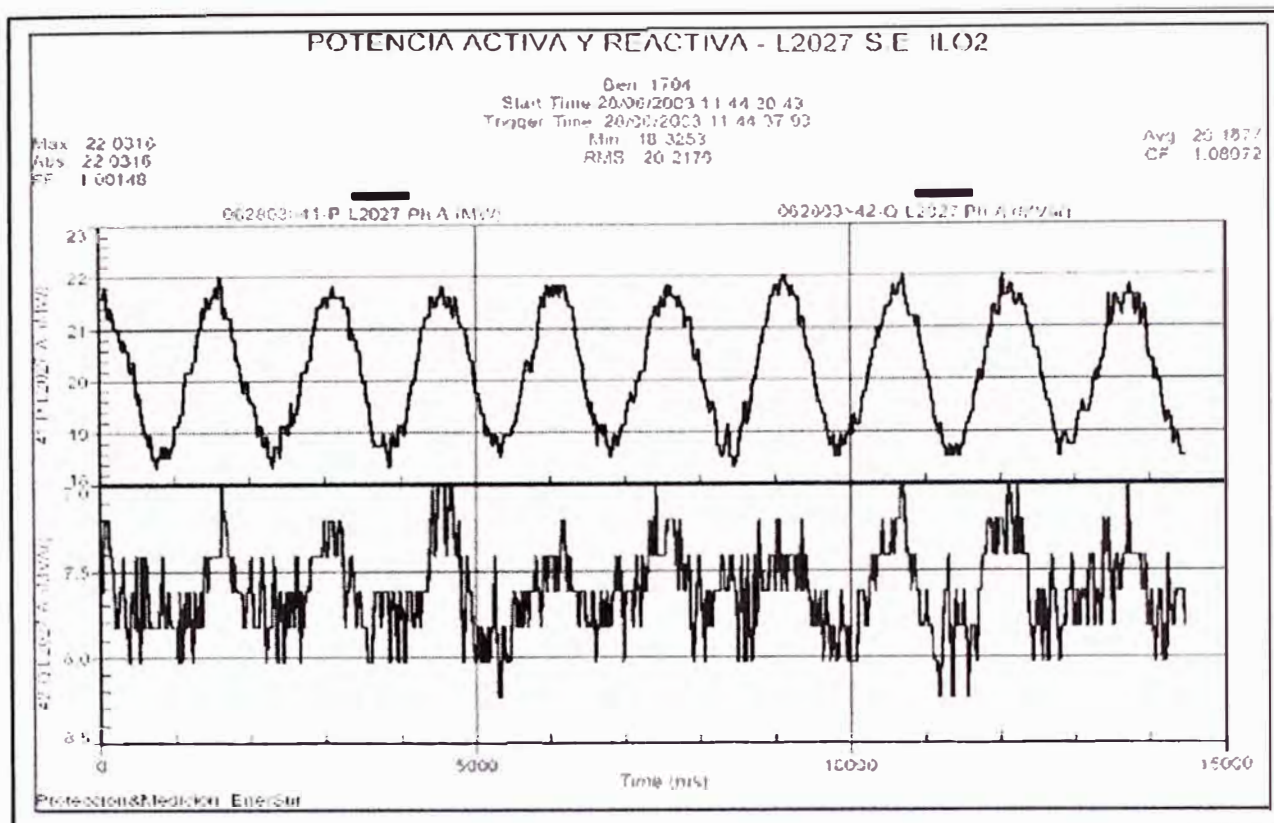


Fig. 3.4.- Variación de Potencia activa y reactiva registrada en la línea L-2027

3.2 Falla en la línea L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV.-

A continuación se describirá la perturbación ocurrida en la L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV el día 28.01.2002 a las 01:20:03 h, que ocasionó el colapso total del área operativa Sur Este.

3.2.1 Configuración del sistema Sur Este en condición pre-falla.-

El área Sur Este se encontraba operando en forma normal, la CH Machupicchu se encontraba en servicio con dos unidades y 56.76 MW de carga (el G2 estaba fuera de servicio por mantenimiento correctivo) y la CH San Gabán se encontraba en servicio con sus dos grupos y 115 MW. Todas las líneas de transmisión de 138 kV y el anillo de 138/220 kV de Puno se encontraban en servicio. En la figura 3.5 se muestra la configuración del sistema Sur Este momentos antes de que se produjera la perturbación.

3.2.2 Descripción del evento.-

A las 01:20:03 h se produjo la desconexión de la línea L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV debido a la actuación de su protección de distancia fases R, S y T por falla trifásica de naturaleza temporal (condiciones climáticas adversas), como consecuencia se produjo la

desconexión en cascada de otras líneas de transmisión y grupos de generación en dicha área, lo que ocasionó el colapso total del área operativa Sur Este.

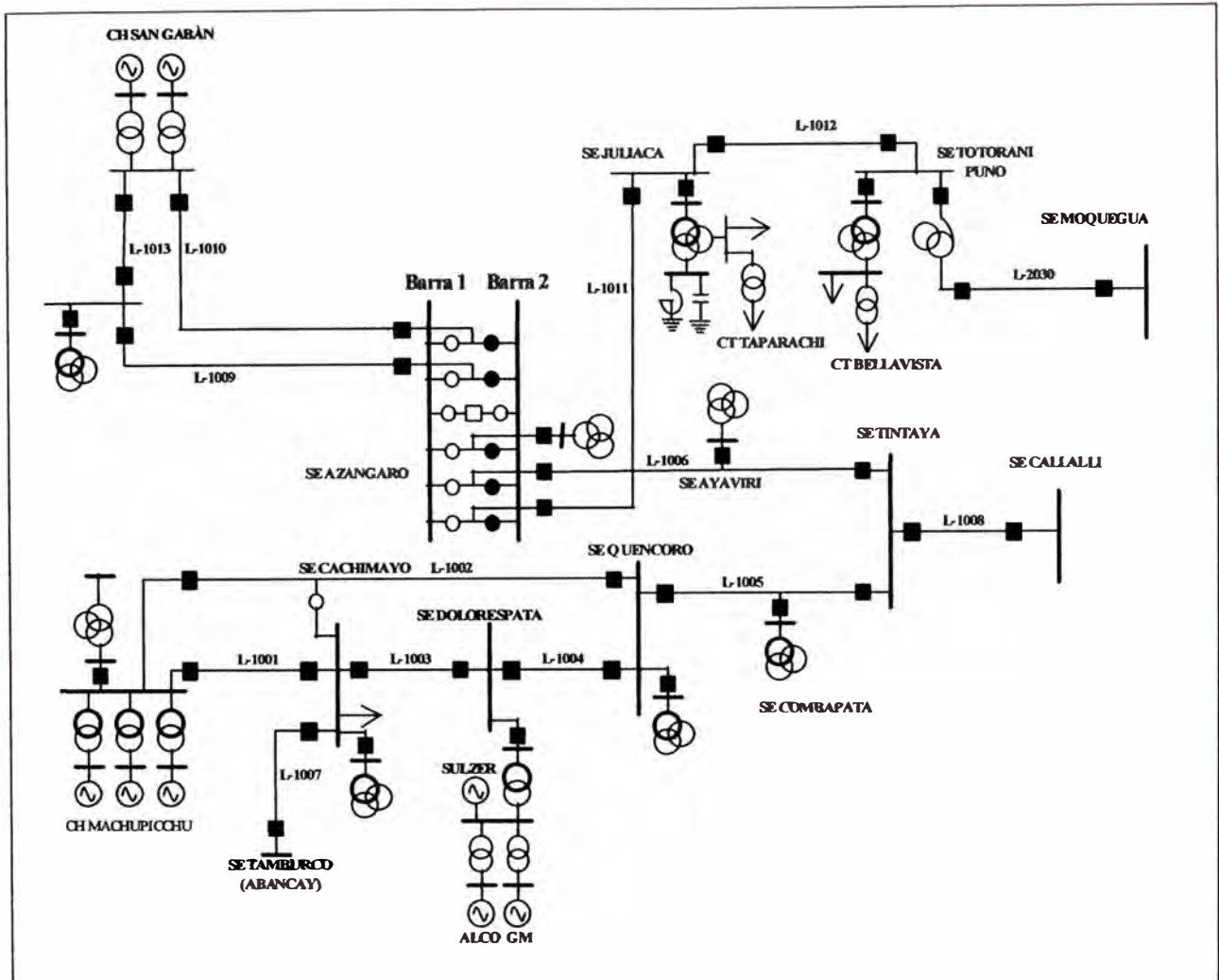


Figura 3.5.- Configuración del sistema Sur Este en condición Pre – Falla

3.2.3 Secuencia de eventos de falla.-

- 01:20:03.220 SE Totorani : Disparó del interruptor IN-6174
- 01:20:03.536 SE Juliaca : Disparó del interruptor de la L-1012
- 01:20:03.561 SE Azángaro : Disparó del interruptor de la L-1011
- 01:20:03.650 SE Moquegua : Disparó del interruptor de la L-2030
- 01:20:04.006 SE Callallí : Disparó del interruptor de la L-1008
- 01:20:04.106 SE Ayavirí : Disparó del interruptor del TR-1 138/22.9/10 kV
- 01:20:04.952 SE San Gabán: Disparó del interruptor del G2 de la CH San Gabán.
- 01:20:08 SE San Rafael: Disparó del interruptor de la L-1013
- 01:20:08.120 SE San Gabán: Disparó del interruptor del G1 de la CH San Gabán.

01:20:12.109 SE Tintaya : Disparó del interruptor de la L-1005
 01:20:09.436 Machupicchu : Disparó del interruptor de la L-1002
 01:20:09.437 Machupicchu : Disparó del interruptor de la L-1001
 01:21:52.820 Machupicchu : Disparó del interruptor del G1 de la CH Machupicchu
 01:42:53.489 SE Quencoro : Disparó del interruptor de la L-1004

3.2.4 Señalización de los equipos de protección.- En la tabla N ° 3.1 se muestran las señalizaciones de los equipos de protección.

Tabla N ° 3.1.- Señalizaciones de los equipos de Protección

SUBESTACION	EQUIPO	CODIGO	SEÑALIZACION	INTERRUPTOR
Totorani	T-1 220/138kV	50/51	Sobrecorriente	IN-6174
Juliaca	L-1012	21	Fases RST, zona 1	IN-4140
Azángaro	L-1011	21	Fases RST, zona 1	IN-4112
Callallí	L-1008	21	Fases RST	IN-4120
Tintaya	L-1005	21	Oscilación de potencia	IN-4186
Moquegua	L-2030		Disparo transferido	IN-2428
Machupicchu	L-1002	59	Sobretensión	S/C
Machupicchu	L-1001	59	Sobretensión	S/C
San Rafael	L-1013	59	Sobretensión	S/C
Machupicchu	G1	7USM516	Desplazamiento de polos	S/C
Ayavirí	T-1 138/22.9/ 10.5 kV	27	Mínima tensión	IN-4104
San Gabán	G2	59	Sobretensión	S/C
San Gabán	G1	81 O	Sobrefrecuencia	S/C

3.2.5 Maniobras realizadas para la recuperación del servicio.-

01:23:07.810 SE Callallí : Cierre del interruptor de la L-1008
 01:27:00.000 SE Azángaro : Cierre del interruptor de la L-1011
 01:31:21.653 SE Tintaya : Cierre del interruptor de la L-1005
 01:31:01.157 Machupicchu : Cierre del interruptor de la L-1002
 01:33:00.000 Quencoro : Cierre del interruptor de la L-1004

01:36:06.420 Machupicchu : Apertura del interruptor de la L-1002
 01:38:02.000 Cachimayo : Cierre del interruptor de la L-1001
 01:42:53.489 Quencoro : Disparo del interruptor de la L-1004
 01:43:00.000 Cachimayo : Apertura del interruptor de la L-1001
 01:45:37.453 Machupicchu : Cierre del interruptor de la L-1002
 01:51:00.000 Azángaro : Cierre del interruptor de la L-1009
 01:57:01.515 Quencoro : Cierre del interruptor de la L-1004
 01:57:42.149 Machupicchu : Cierre del interruptor de la L-1002
 02:01:30.000 Cachimayo : Cierre del interruptor de la L-1001
 02:09:29.160 Machupicchu : Cierre del interruptor de la L-1001
 02:21:00.000 San Rafael : Cierre del interruptor de la L-1013
 02:23:00.000 San Gabán : Cierre del interruptor de la L-1013
 02:27:00.000 San Gabán : En servicio el G1 de la CH San Gabán II
 02:28:58.648 Quencoro : Cierre del interruptor de la L-1002
 03:33:00.000 San Gabán : En servicio el G2 de la CH San Gabán II
 03:51:01.075 Azángaro : Cierre del interruptor de la L-1010
 03:54:04.620 Moquegua : Cierre del interruptor de la L-2030
 04:03:44.030 Totorani : Cierre del anillo de Puno 138/220 kV

3.2.6 Análisis de la falla.-

- De los registros oscilograficos de la L-1011 (Azángaro – Juliaca) en la SE Juliaca (Fig. 3.6), se observa que la falla trifásica a tierra en la L-1012 (Juliaca – Totorani) tuvo una duración aproximada de 55 ms y fue ocasionada por las condiciones climáticas adversas de la zona.
- La apertura trifásica de la L-1012 en la SE Juliaca se produjo 55 ms después de iniciada la falla , por actuación correcta de su protección de distancia fases RST en zona 1 a 1.42 km. de la SE Juliaca.
- La falla en la L-1012 provocó la actuación incorrecta, con falta de selectividad de la protección de distancia de la L-1011 en la SE Azángaro en zona 1, provocando su disparo y señalizando falla a 78.8 km (Fig. 3.7), sin embargo la longitud de la línea es de sólo 78 km. Por lo tanto, la protección de distancia de la L-1011 en la SE Azángaro operó incorrectamente.
- La falla en la L-1012 provocó el arranque del elemento instantáneo de la protección de sobrecorriente (Y50PH) del autotransformador de potencia 220/138 kV de la SE

Totorani (Fig. 3.8), ocasionando su disparo después de 80 ms del inicio de la falla. En la fecha de la falla, la protección de sobrecorriente (protección de respaldo del autotransformador) era utilizada como protección principal de la L-1012 en la SE Totorani.

- La desconexión de la L-1012 ocasionó oscilaciones de potencia entre la CH San Gabán y la CH Machupicchu con el resto de centrales del SEIN. En el oscilograma de la L-1005 en la SE Tintaya (Fig. 3.9), se observa que después de la desconexión de la L-1012 las tensiones y corrientes variaron de acuerdo con la característica de una oscilación de potencia.
- La apertura de la L-1008 en la SE Callallí por actuación de su protección de distancia, se debió a las oscilaciones de potencia como consecuencia de la desconexión de la L-1012. La apertura de la L-1008 en la SE Callallí se produjo después de 630 ms de despejada la falla (Fig. 3.10). Por lo tanto, la protección de distancia de la L-1008 en la SE Callallí actuó incorrectamente, dado que, ante oscilaciones de potencia debe bloquearse y en los oscilogramas no se muestra que se haya activado su función de bloqueo por oscilación de potencia.
- Los transformadores de potencia de la SE Combapata y la SE Ayavirí desconectaron por la actuación de su protección de mínima tensión debido a las variaciones súbitas de tensión, como consecuencia de la falla en la L-1012.
- La desconexión de la L-1008 sólo en el extremo de Callallí ocasionó el súbito incrementó de tensión en la SE Tintaya. Las sobretensiones elevadas que se registraron en el área Sur Este ocasionaron la desconexión del G2 de la CH San Gabán. Se observa que no existía una adecuada coordinación de protección de sobretensión entre los grupos de la central y las líneas que la conectan con la SE Azángaro, debido a que primero debió aperturarse la línea L-1010 (o la L-1013) en ambos extremos con el fin de disminuir las sobretensiones.
- La desconexión de la L-1013 por actuación de su protección por sobretensión debió involucrar la apertura de los interruptores en ambos extremos, sin embargo sólo se registro la apertura en la SE San Rafael, lo que ocasionó que se produjera una sobretensión en la barra de 138 kV de la CH San Gabán.
- La desconexión de las líneas L-1011, L-1008 y L-1005 provocaron el aislamiento de la CH San Gabán, lo que ocasionó la desconexión del G1 de la central por actuación de su protección de sobrefrecuencia (ajustado a 65.5 Hz por un tiempo de

1.5 seg.) después de 03 segundos de la desconexión del grupo G2. En la Fig. 3.11 se muestra la frecuencia registrada en los grupos de la CH San Gabán.

- Las líneas L-1001 y L-1002 desconectaron por actuación de su protección de sobretensión (Fig. 3.12), lo que ocasionó la interrupción de los suministros de la ciudad de Cusco. En los registros oscilograficos presentados no se observa la activación de la función de sobretensión pese a haberse registrado tensiones del orden de 178.6 kV.
- La desconexión de la L-1005 se debió a la actuación de su protección de distancia debido a las oscilaciones de potencia como consecuencia de la desconexión de la L-1012. Se concluye que la protección de distancia de la L-1005 actuó incorrectamente, dado que, ante oscilaciones de potencia debe bloquearse.
- De los registros de los equipos de protección, se observa que el G1 de la CH Machupicchu desconectó por actuación de su protección de deslizamiento de polos (78), antes de producirse la desconexión de las líneas L-1001 y L-1002. El G3 quedó operando en forma aislada con la carga de Quillabamba.
- Durante el proceso de normalización, a las 01:42:54 h, se produjo la desconexión de la L-1004 en la SE Quencoro debido a la actuación de su protección por sobretensión, lo que originó una segunda interrupción de la ciudad del Cusco.

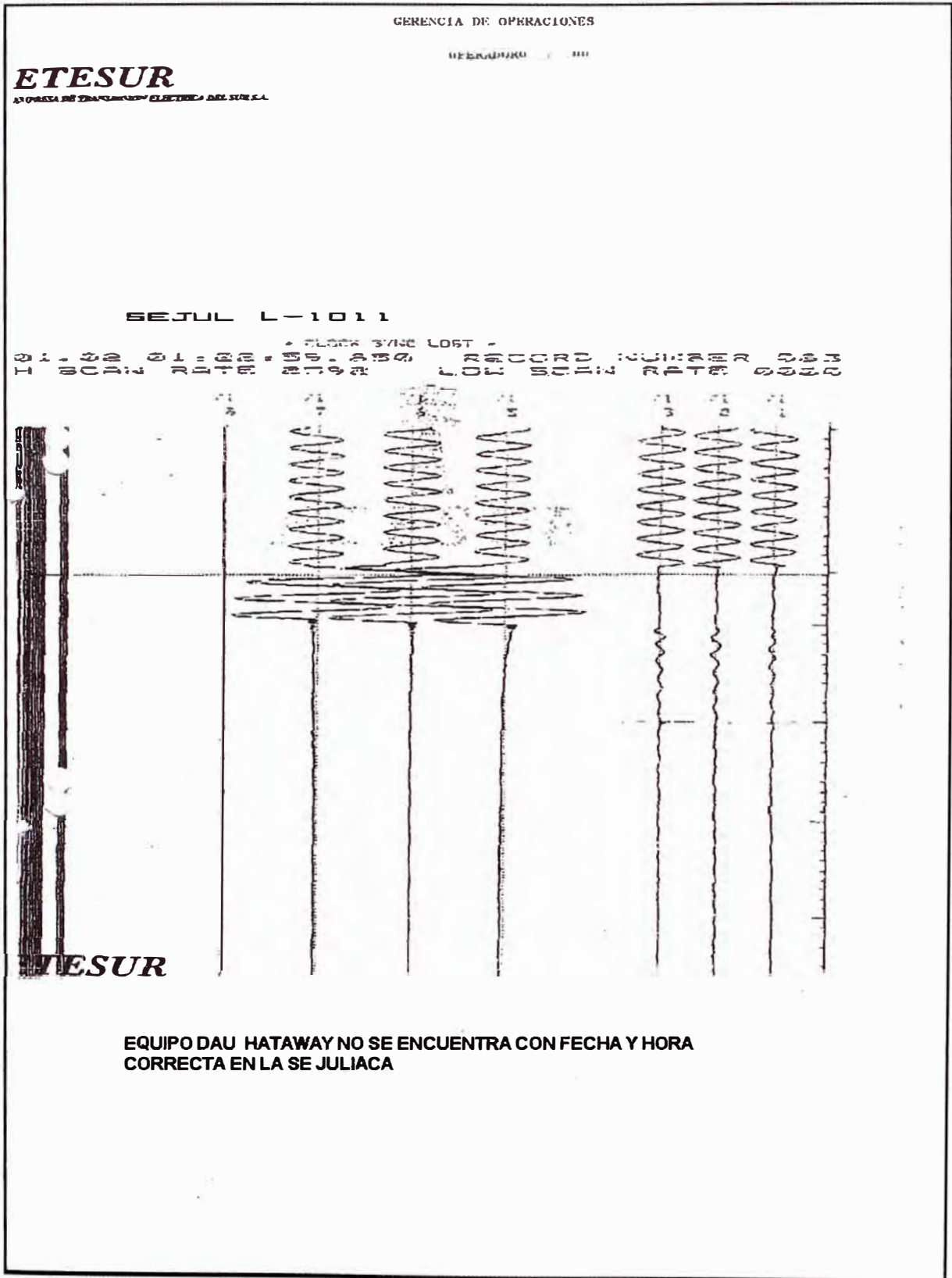


Fig. 3.6.- Oscilografia de la L-1011 en la SE Juliaca

FROM : E.G.E SAN GABAN S.A. COMERCIAL FAX NO. : 054327607

Feb. 01 2002 05:16PM F15

DE EGE SAN GABAN VILLA

NO. DE TEL : 254062135 2442

30 E.E. 1932 06:25PM P2

L-1011

RETURNS - EVENTS AZANGARO SE JULIACA SE

2527	D:	2002-01-28	01:14:11.279	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	ON
2528	D:	2002-01-28	01:14:11.407	Bin. Imp. Nr. 2/ 2	(External Reset	OFF
2529	D:	2002-01-28	01:15:29.552	1 21	FreqDev	OFF
2530	D:	2002-01-28	01:19:55.623		GenStart	ON
2531	D:	00000	03:00:00.000	4 27	Start	ON
2532	D:	00000	03:00:00.001	11 DisturbanceR	BinOutput	ON
2533	D:	00000	03:00:00.002	1 21	Start R+S+T	ON
2534	D:	00000	00:00:00.002	1 21	Start R	ON
2535	D:	00000	00:00:00.002	2 21	Start S	ON
2536	D:	00000	00:00:00.002	1 21	Start T	ON
2537	D:	00000	00:00:00.002	1 21	Delay 1	ON
2538	D:	00000	00:00:00.002	1 21	Start RST	ON
2539	D:	00000	00:00:00.005		GenTrip	ON
2540	D:	00000	00:00:00.009	1 21	Trip CB R	ON
2541	D:	00000	00:00:00.009	1 21	Trip CB S	ON
2542	D:	00000	00:00:00.009	1 21	Trip CB T	ON
2543	D:	00000	00:00:00.009	1 21	Trip CB ..	ON
2544	D:	00000	00:00:00.012	1 21		
2546	D:	00000	00:00:00.012	1 21		
2547	D:	00000	00:00:00.011	Bin. Imp. Nr. 2/ 1	(21 1 Pol-AR	ON
2548	D:	00000	00:00:00.038	Bin. Imp. Nr. 2/ 2	(21 Done Ext.-AR	OFF
2549	D:	00000	00:00:00.070	1 21	Delay 1	OFF
2550	D:	00000	00:00:00.070	1 21	Start R+S+T	OFF
2551	D:	00000	00:00:00.075	1 21	Trip CB R	OFF
2552	D:	00000	00:00:00.075	1 21	Trip CB S	OFF
2553	D:	00000	00:00:00.075	1 21	Trip CB T	OFF
2554	D:	00000	00:00:00.075	1 21	Trip CB ..	OFF
2555	D:	00000	00:00:00.075		GenTrip	OFF
2556	D:	00000	00:00:00.075	1 21	Start RST	OFF
2557	D:	00000	00:00:00.077	1 21	Trip CB 1P	OFF
2558	D:	00000	00:00:00.077	1 21	Start 1	OFF
2559	D:	00000	00:00:00.077	1 21	Start S	OFF
2560	D:	00000	00:00:00.077	1 21	Start T	OFF
2561	D:	00000	00:00:00.086	11 DisturbanceR	BinOutput	OFF
2562	D:	00000	00:00:00.100	4 27	Trip	ON
2563	D:	00000	00:00:00.100	4 27		
2564	D:	00000	00:01:21.377	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	ON
2565	D:	00000	00:01:01.295	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	OFF
2566	D:	00000	00:03:58.754	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	ON
2567	D:	00000	00:03:58.962	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	OFF
2568	D:	00000	00:03:59.676	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	ON
2569	D:	00000	00:03:59.927	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	OFF
2570	D:	00000	00:03:59.109	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	ON
2571	D:	00000	00:03:59.138	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	OFF
2572	D:	00000	00:05:57.198		QuitStatus	ON
2573	D:	00000	00:05:57.362		QuitStatus	OFF
2574	D:	00000	00:05:57.425		QuitStatus	ON
2575	D:	00000	00:05:57.492		QuitStatus	OFF
2576	D:	00000	00:05:57.552		QuitStatus	ON
2577	D:	00000	00:05:57.616		QuitStatus	OFF
2578	D:	00000	00:06:40.616	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	ON
2579	D:	00000	00:06:40.713	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	OFF
2580	D:	00000	00:06:40.746	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	ON
2581	D:	00000	00:06:40.831	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	OFF
2582	D:	00000	00:06:40.877	Bin. Imp. Nr. 3/ 2	(External Reset	ON

78.78 (refLength)

W-2.75

Power Switch

Fig. 3.7.- Señalización de los relés de la L-1011 en la SE Azángaro

GRAFICO Nº1
DISPARO DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE FUNCION Y50PH
TIEMPO 01:20:03:50

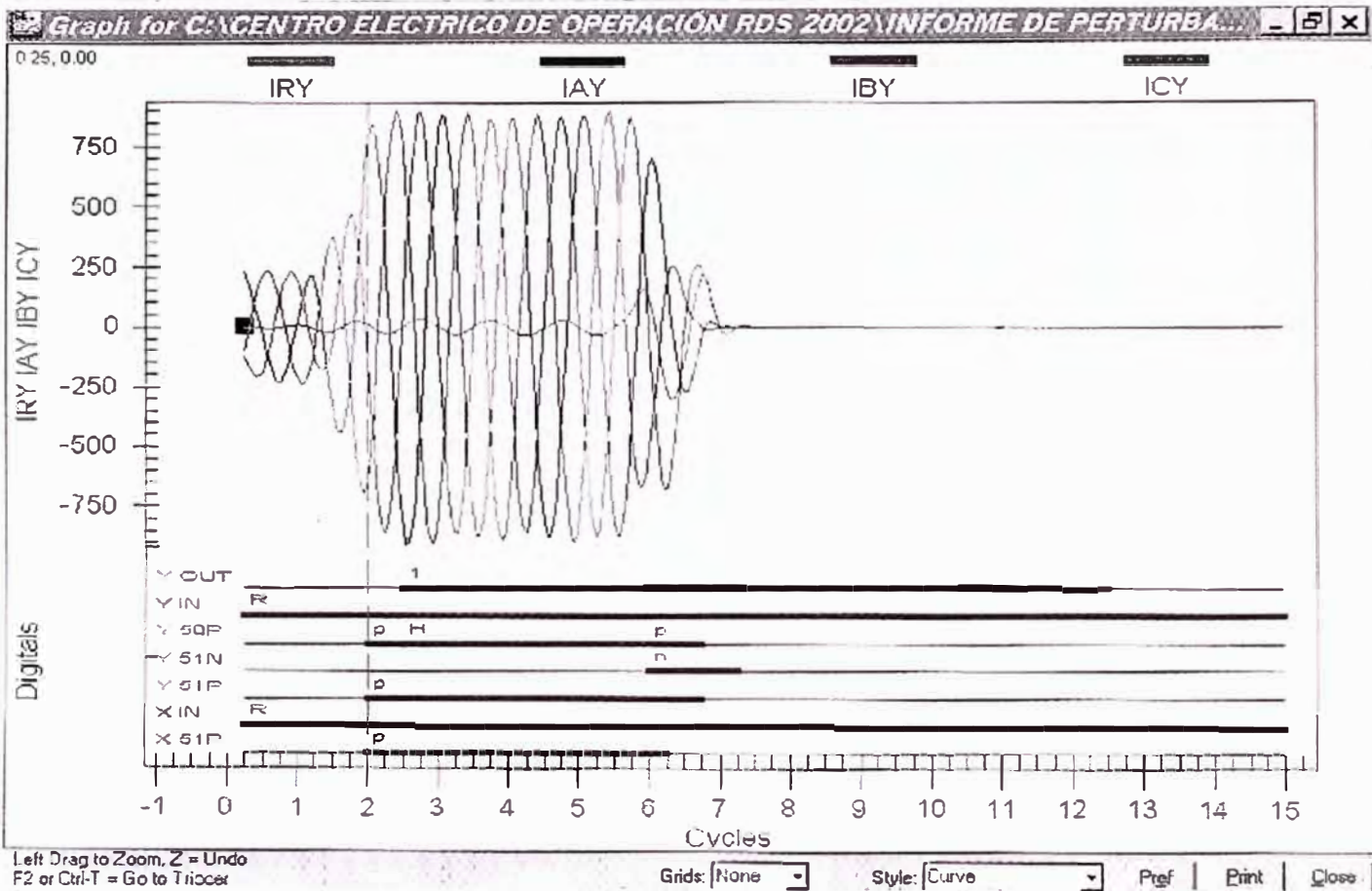


Fig. 3.8 Oscilografía del autotransformador 220/138 kV SE Totorani



ETESUR

EMPRESA DE TRANSMISION ELÉCTRICA DEL SUR S.A

S. E. TINTAYA 5/5 DAV 009

* CLOCK SYNC LOST *

28.01.02 01:21:14.440 RECORD NUMBER 21
HIGH SCAN RATE 2592 LOW SCAN RATE 000

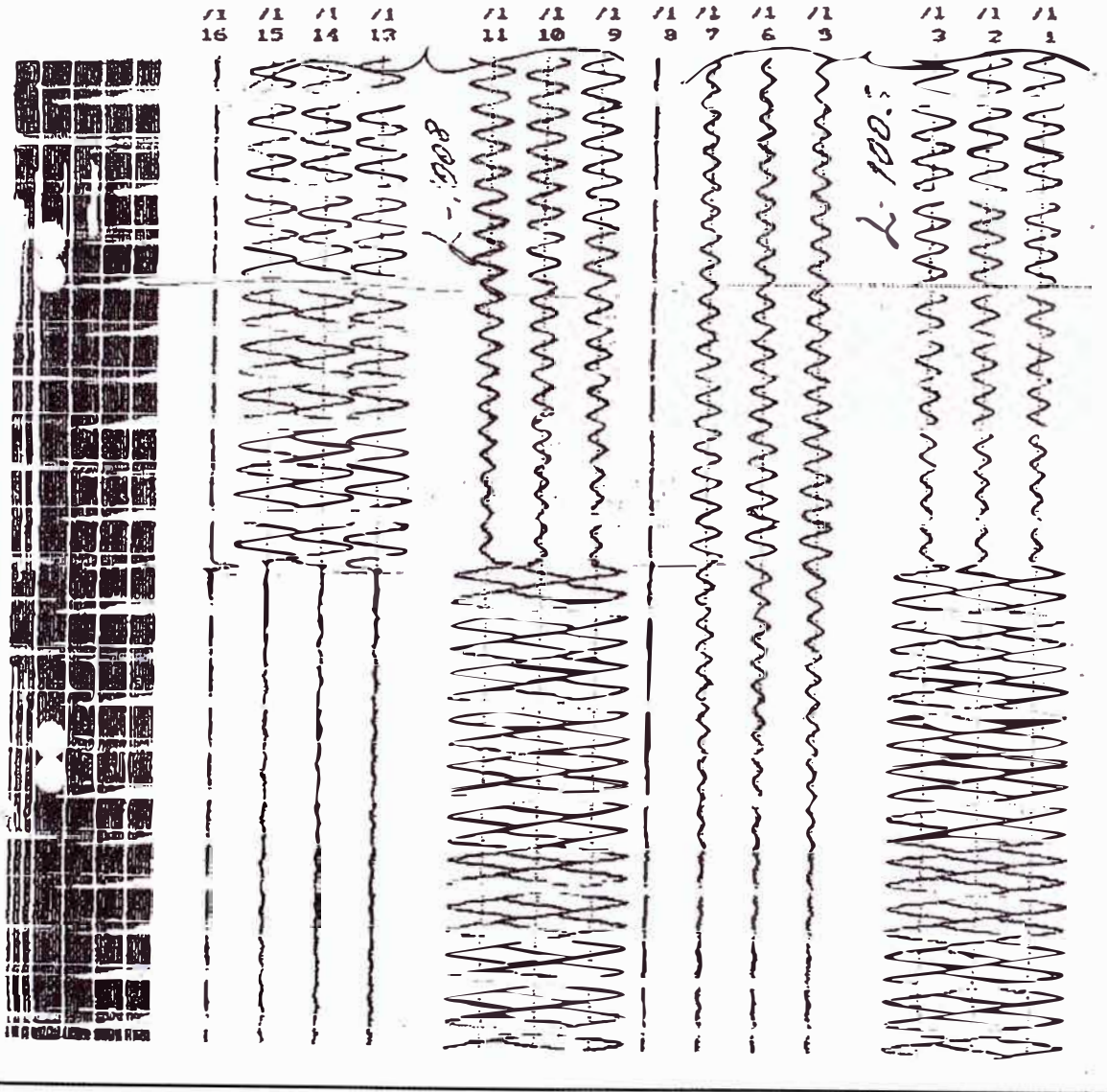


Fig. 3.9.- Oscilografía de la L-1005 en la SE Tintaya

Fig. 3.10.- Registros del relé de la L-1008 en la SE Callali

Curves...
Reports...
Desktop...

Message Restoration date:from 28 1 2002 28 1 2002 Filter

*** date change line Mo 28-01-2002 ***

*	2002.01.28 01:20:06:420	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase R, 21	AlStatus app	
*	2002.01.28 01:20:06:420	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase S, 21	AlStatus app	
*	2002.01.28 01:20:06:420	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase T, 21	AlStatus app	
*	2002.01.28 01:20:06:420	Callal 138 L-1008	Prot princ zona 1, 21	AlStatus app	
*	2002.01.28 01:20:06:420	Callal 138 L-1008	Prot princ zona 1, 21	AlStatus disp	
*	2002.01.28 01:20:06:420	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase R, 21	AlStatus disp	
*	2002.01.28 01:20:06:420	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase S, 21	AlStatus disp	
*	2002.01.28 01:20:06:420	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase T, 21	AlStatus disp	
*	2002.01.28 01:20:06:750	Callal 138 L-1008	Dis	Status open	
*	2002.01.28 01:20:06:750	Callal 138 L-1008	Dis AbNoStat	disp	
*	2002.01.28 01:20:09:600	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase T, 21	AlStatus app	
*	2002.01.28 01:20:09:600	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase R, 21	AlStatus app	
*	2002.01.28 01:20:09:600	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase S, 21	AlStatus app	
*	2002.01.28 01:20:09:600	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase R, 21	AlStatus disp	
*	2002.01.28 01:20:09:600	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase S, 21	AlStatus disp	
*	2002.01.28 01:20:09:600	Callal 138 L-1008	Prot princ falla fase T, 21	AlStatus disp	
*	2002.01.28 01:23:07:810	Callal 138 L-1008	Dis	Status close	SE emiliof
*	2002.01.28 01:23:07:810	Callal 138 L-1008	Dis AbNoStat	app	

Fecha y Hora 28/01/2002 01:15:00
 EVALUACIÓN DE FRECUENCIA DESDE 28/01/2002 01:15:00 AL 28/01/2002 01:29:59
 Máxima Frecuencia 65.99 Hz Mínima Frecuencia 59.837 Hz

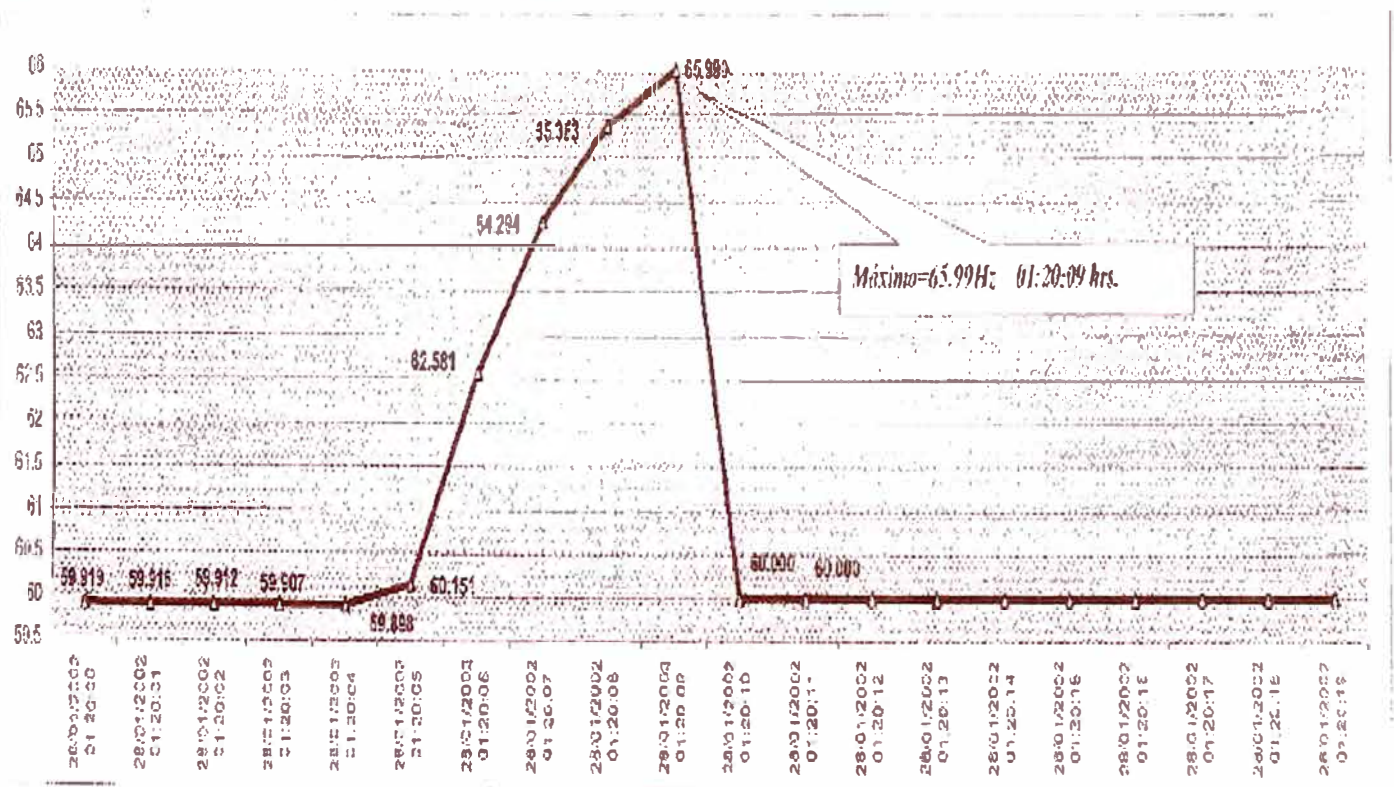


Fig. 3.11.- Frecuencia registrada en la CH San Gabán cuando quedó en red aislada

Fig. 3.12.- Oscilografía de EGEMSA de las líneas L-1001 y L-1002

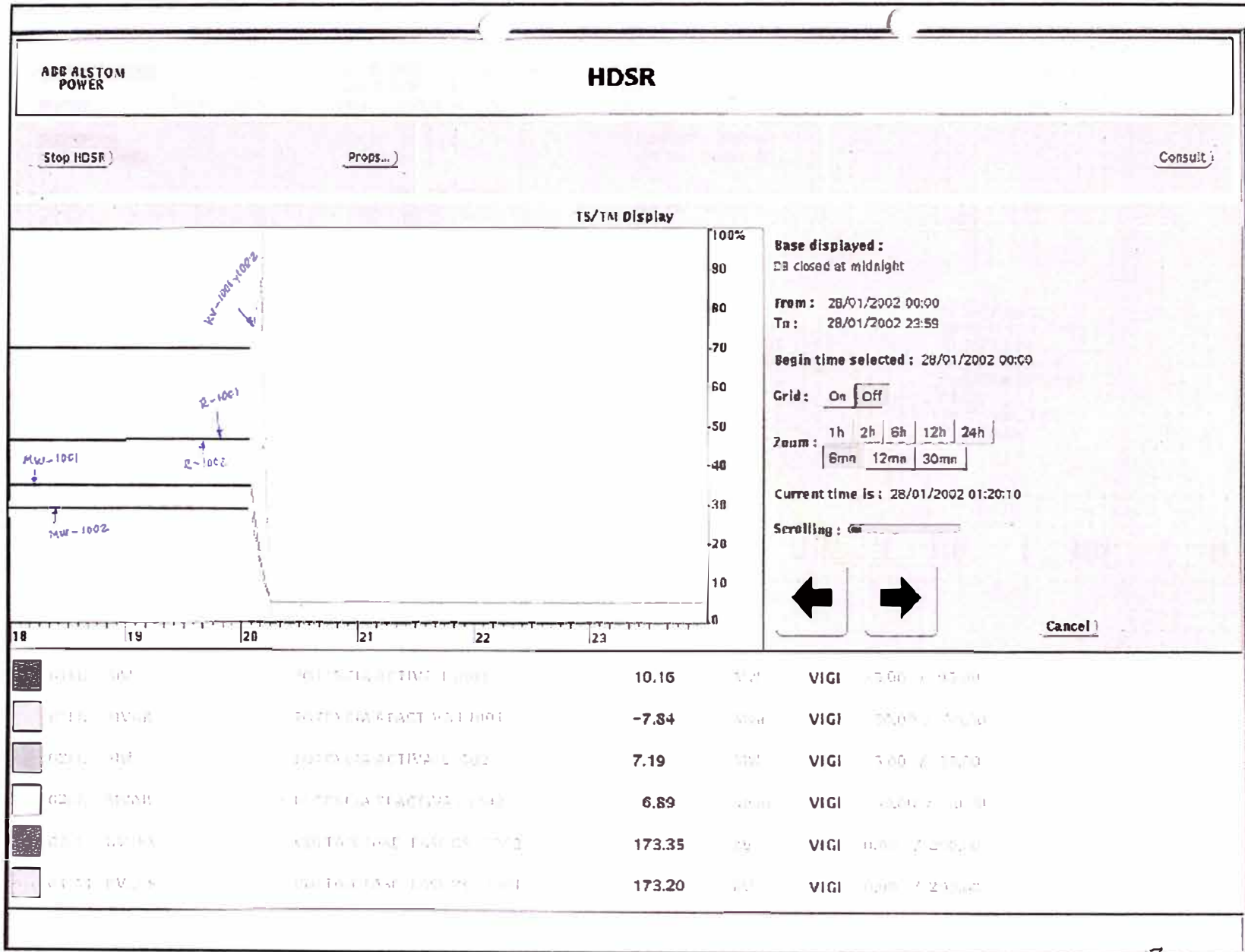
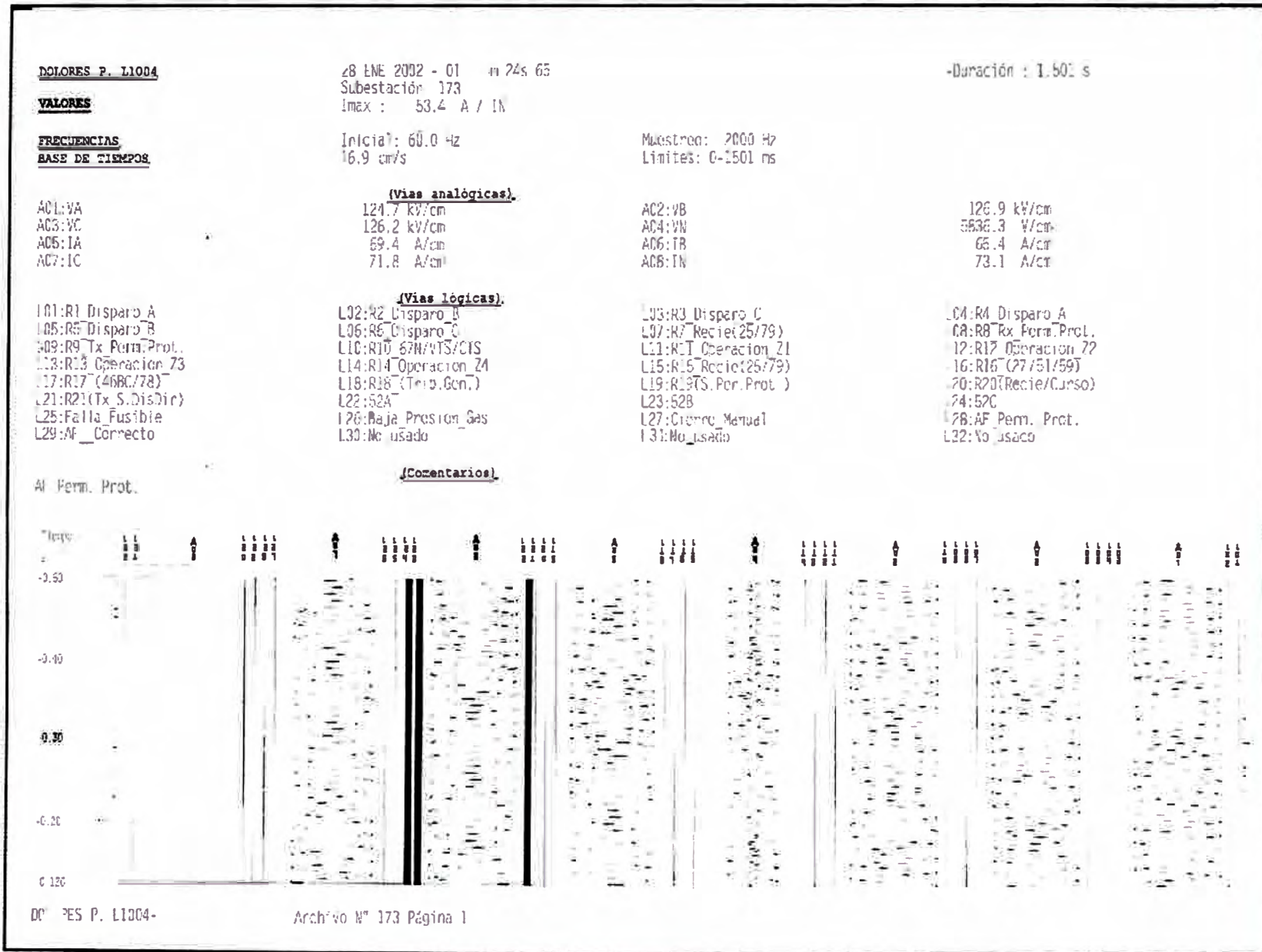


Fig. 3.13.- Oscilografía de EGEMSA de la línea L-1004



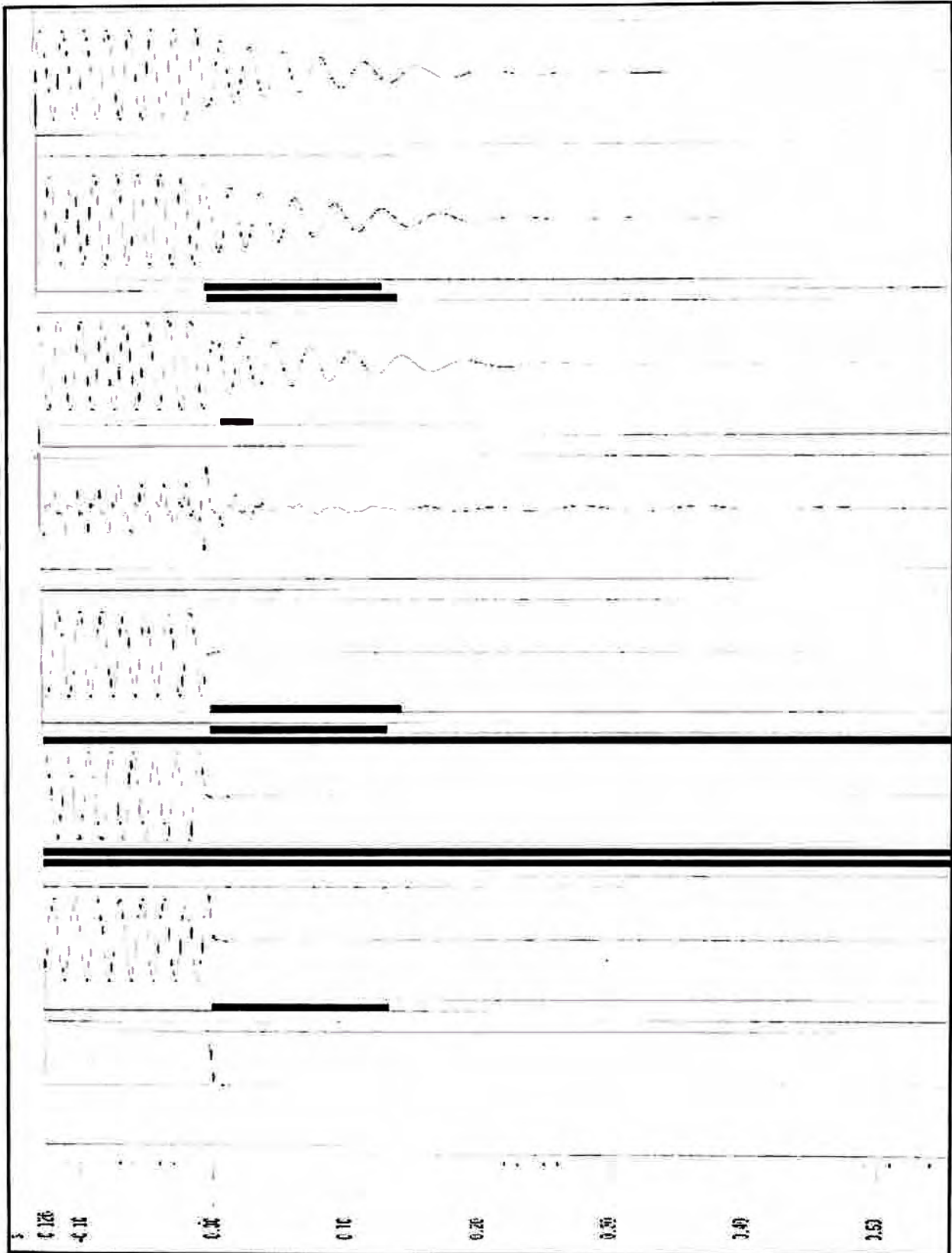


Fig. 3.13.- Oscilografía de EGEMSA de la línea L-1004

3.3 Falla en la línea L-1011 (Azángaro – Juliaca) de 138 kV.-

Como se menciona en el ítem 3.1, la desconexión de la L-1011 por falla ocasiona la condición más crítica a la que es sometida el área operativa Sur Este, a continuación describiremos el evento ocurrido el día 26.02.2002 a las 23:37:06 h cuando desconectó esta línea debido a una falla transitoria de naturaleza temporal.

3.3.1 Configuración del sistema Sur Este en condición pre-falla.-

El área operativa Sur Este se encontraba en condiciones normales de operación, todas las líneas de 138 kV se encontraban en servicio así como la línea de 220 kV L-2030 (Totorani-Moquegua), el anillo de 138/220 kV de Puno se encontraba cerrado. La CH Machupicchu se encontraba en servicio con sus tres grupos y generando 81 MW, la CH San Gabán se encontraba en servicio con sus dos grupos y generando 114 MW. En la figura 3.14 se muestra la configuración del sistema Sur Este momentos antes de que se produjera la perturbación.

3.3.2 Descripción del evento.-

Desconectó la línea L-1011 (Azángaro – Juliaca) de 138 kV por la actuación de su protección de distancia (fase R, zona 1) debido a falla transitoria de naturaleza temporal (descarga atmosférica). Como consecuencia desconectaron las líneas de 138 kV L-1008 (Callallí – Tintaya), L-1006 (Tintaya – Azángaro), L-1005 (Tintaya – Quencoro), L-1010 (Azángaro – San Gabán), L-1013 (San Rafael – San Gabán), L-1004 (Quencoro – Dolorespata), L-1002 (Quencoro – Machupicchu) y L-1001 (Machupicchu – Cachimayo); simultáneamente, se produjo la desconexión de la CH Machupicchu y la CH San Gabán, lo que ocasionó el colapso total del área operativa Sur Este.

3.3.3 Secuencia de eventos de falla.-

23:37:06.605 SE Azángaro : Disparó 1 Φ (fase R) del interruptor de la L-1011
 23:37:07.393 SE Ayavirí : Disparó del interruptor del T49-121 138/22.9/10 kV
 23:37:07.528 San Gabán : Disparó del interruptor del G1 de la CH San Gabán
 23:37:07.583 SE Juliaca : Disparó del interruptor del T15-161 138/60/10 kV
 23:37:07.803 SE Azángaro : Disparó 3 Φ del interruptor de la L-1011
 23:37:09.441 SE Callallí : Disparó del interruptor de la L-1008
 23:37:12.147 San Gabán : Disparó del interruptor de la L-1010
 23:37:12.279 SE Azángaro : Disparó del interruptor de la L-1010
 23:37:14.367 San Gabán : Disparó del interruptor del G2 de la CH San Gabán
 23:37:14.687 SE San Rafael : Disparó del interruptor de la L-1013

- 23:37:14.777 SE Quencoro : Disparó del interruptor de la L-1002
 23:37:14.789 SE Quencoro : Disparó del interruptor de la L-1004
 23:37:16.182 Machupicchu : Disparó del interruptor de la L-1001
 23:37:16.186 Machupicchu : Disparó del interruptor de la L-1002
 23:37:17.890 SE Quencoro : Disparó del interruptor de la L-1005
 23:37:30.860 Machupicchu : Disparó del interruptor del G1 de la CH Machupicchu
 23:37:36.681 Machupicchu : Disparó del interruptor del G3 de la CH Machupicchu

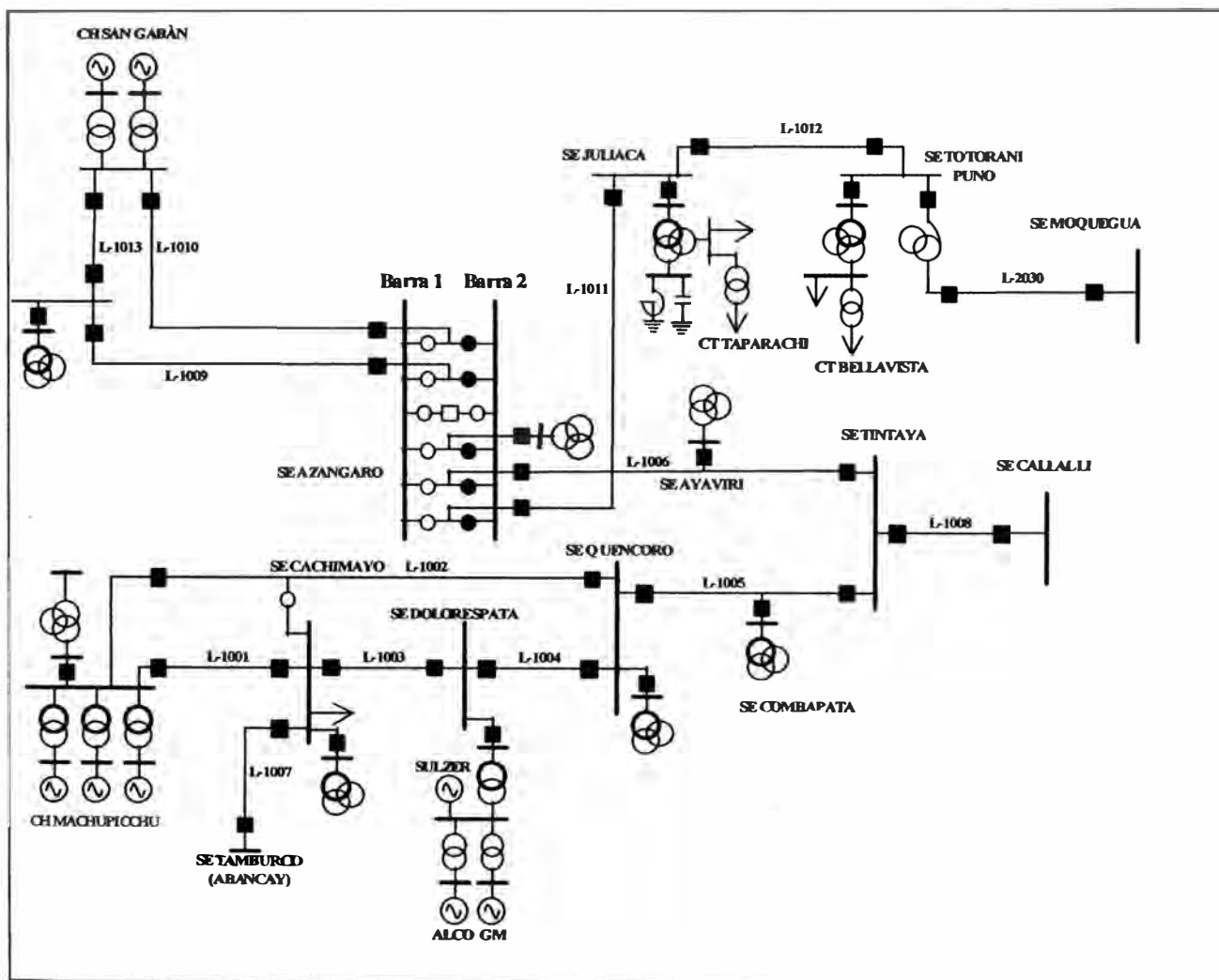


Figura 3.14.- Configuración del sistema Sur Este en condición Pre – Falla

3.2.1 Señalización de los equipos de protección.- En la tabla N ° 3.2 se muestran las señalizaciones de los equipos de protección.

Tabla N ° 3.2.- Señalizaciones de los equipos de Protección

SUBESTACION	EQUIPO	CODIGO	SEÑALIZACION	INTERRUPTOR
Azángaro	L-1011	21	Fase R, zona 1	IN-4112
San Gabán	G1	86E1	Sobreexcitación	S/C
	G1	81	Sobrefrecuencia	S/C
	L-1010	59	Sobretensión	S/C
	L-1013	59	Sobretensión	S/C
Machupicchu	G1	32R	Potencia inversa	S/C
	G3	32R	Potencia inversa	S/C
	L-1001	-	No informada	S/C
Quencoro	L-1002	59	Sobretensión	IN-4152
	L-1004	59	Sobretensión	IN-4154
	L-1005	27	Mínima tensión	IN-4156
Callallí	L-1008	78	Oscilac. Potencia	IN-4120

3.3.4 Maniobras realizadas para la recuperación del servicio.-

- 23:43 SE Azángaro : Cierre del interruptor de la L-1011
- 23:44 SE Tintaya : En servicio la L-1008
- 23:47 SE Azángaro : En servicio la L-1009
- 00:07 SE Quencoro : En servicio la L-1005
- 00:16 SE Azángaro : En servicio la L-1006.
- 00:16 SE Azángaro : Anillo de 138/220 kV de Puno cerrado
- 00:27 SE San Rafael : En servicio la L-1013.
- 00:28 SE Dolorespata: En servicio la L-1004
- 00:29 SE Cachimayo: En servicio la L-1003
- 00:36 SE Machupicchu: En servicio la L-1001
- 00:36 CH Machupicchu: En servicio el G3 de la CH Machupicchu
- 00:39 SE Moquegua : Se sacó fuera de servicio la L-2030 por regulación de tensión en el área Sur Este
- 00:41 CH Machupicchu: En servicio el G2 de la CH Machupicchu
- 00:43 CH San Gabán: En servicio el G1 de la CH San Gabán.
- 00:56 SE San Gabán : En servicio la L-1010

00:58	SE San Gabán: Se sacó fuera de servicio la L-1010 por regulación de tensión en el área Sur Este
01:01	CH Machupicchu: En servicio el G1 de la CH Machupicchu
01:05	SE Quencoro : En servicio la L-1002
01:14	SE Puno : Se cerró el anillo 138/220 kV de Puno a través del cierre del interruptor del AT-1 138/220kV.

3.3.5 Análisis de la falla.-

- La falla monofásica a tierra (fase R) fue producto de las condiciones climáticas adversas y ocasionó oscilaciones de tensión y corriente. La falla fue de naturaleza transitoria.
- Ante la ocurrencia de la falla, la protección de distancia de la L-1011 en la SE Azángaro ordenó la apertura monofásica del interruptor asociado en zona 1 fase R, iniciando su ciclo de recierre monofásico. De la oscilografía mostrada en la Fig 3.15, se observa que la apertura monofásica se produjo después de aproximadamente 660 ms del inicio de la falla. La apertura trifásica de la L-1011 en la SE Azángaro se produjo después de 1590 ms de ocurrida la falla.
- La demora en la apertura monofásica de la línea L-1011 ocasionó oscilaciones de tensión y corriente que ocasionaron la desconexión del transformador TR-1 138/22.9/10 kV de la SE Ayavirí por actuación de su protección de mínima tensión.
- De los registros oscilográficos mostrados en las Figuras 3.16 y 3.17, proporcionados por REDESUR, se observa que las corrientes de contribución a la falla desde la SE Totorani se interrumpen después de 1250 ms de iniciada la falla, sin embargo ETESUR no informó de la apertura de interruptores en la SE Juliaca ni en la SE Totorani.
- Al producirse la desconexión de la L-1011, se produjeron oscilaciones de potencia entre las centrales del área Sur Este y las demás centrales del SEIN, las cuáles fueron registradas en la L-1008, tal como se muestra en la Fig. 3.18.
- Como consecuencia de las oscilaciones de potencia, desconectaron el G1 de la CH San Gabán por la actuación de su protección de sobreexcitación y la línea L-1008 debido a la actuación de su protección de distancia. Se concluye que la actuación de la protección de distancia de la L-1008 fue inadecuada dado que ante la presencia de oscilaciones de potencia debe activarse la función “bloqueo por

oscilación de potencia”. Las oscilaciones de potencia que se mencionan fueron registradas claramente en la SE Cachimayo y se muestran en las Figuras 3.19 y 3.20

- Al desconectar la L-1008 sólo en el extremo de la SE Callallí ocasionó que el área Sur este quedará aislada del SEIN con sobrefrecuencia (66.229 Hz) y sobretensión (se registró 177.2 kV en la L-1001 en la SE Machupicchu a las 23:37:16 h). Asimismo, en el SEIN la frecuencia disminuyó a 59.11 Hz ocasionando la activación de los relés de rechazo automático de carga por mínima frecuencia. En la Fig. 3.21 se muestran los registros del relé MICOM P442 instalado en la línea L-1001 en la SE Cachimayo, se observa que se presentó una tensión fase neutro de 97.5 kV aproximadamente.
- Las sobretensiones registradas en el área Sur Este después que se aisló del SEIN, fueron agravadas debido a que la L-1008 quedó tensionada desde la SE Tintaya.
- Como consecuencia de la sobreoferta hidráulica presentada en el área Sur Este al quedar aislada del SEIN, desconectó el G2 de la CH San Gabán (la protección por sobre frecuencia del grupo está ajustado en 65.5 Hz por 1.5 seg).
- Debido a las sobre tensiones presentadas en el área Sur Este, se produjo la desconexión de las líneas L-1010 en ambos extremos por actuación de su protección de sobre tensión (120 % Vn por 1.5 seg.), asimismo, desconectaron en la SE Quencoro las líneas L-1005 (Quencoro – Tintaya) y L-1002 (Quencoro – Machupicchu), en la CH Machupicchu desconectaron las líneas L-1001 (Machupicchu – Cachimayo) y L-1002 (Machupicchu – Quencoro) todas por actuación de su protección. Por lo tanto, se concluye que las protecciones por sobre tensión en las líneas del área operativa Sur Este no han actuado en forma coordinada a excepción de la L-1010.

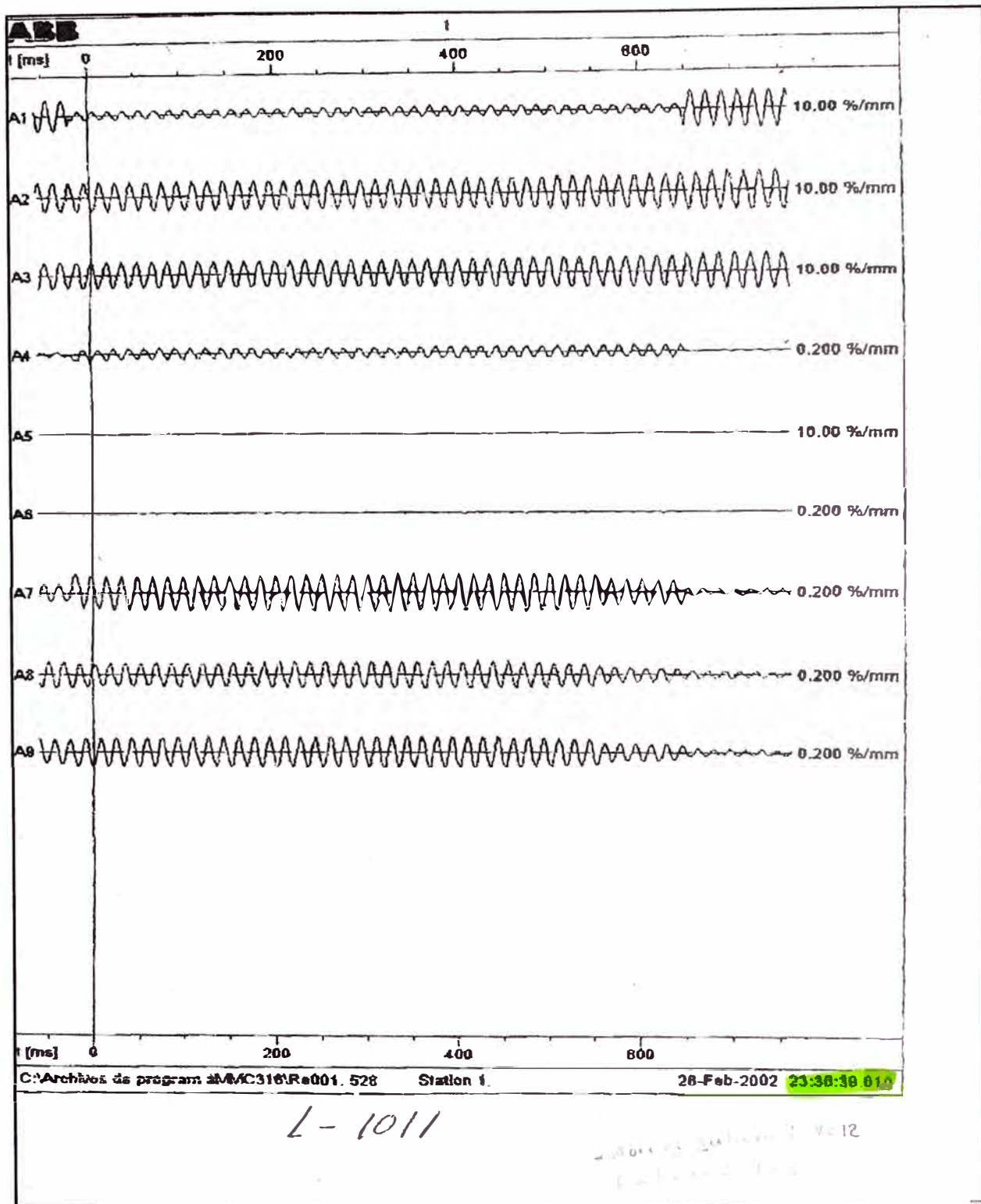


Figura 3.15.- Oscilografía de la L-1011 en la SE Azángaro

Figura 3.16.- Corriente homopolar en el AT-1 220/138 kV SE Totorani

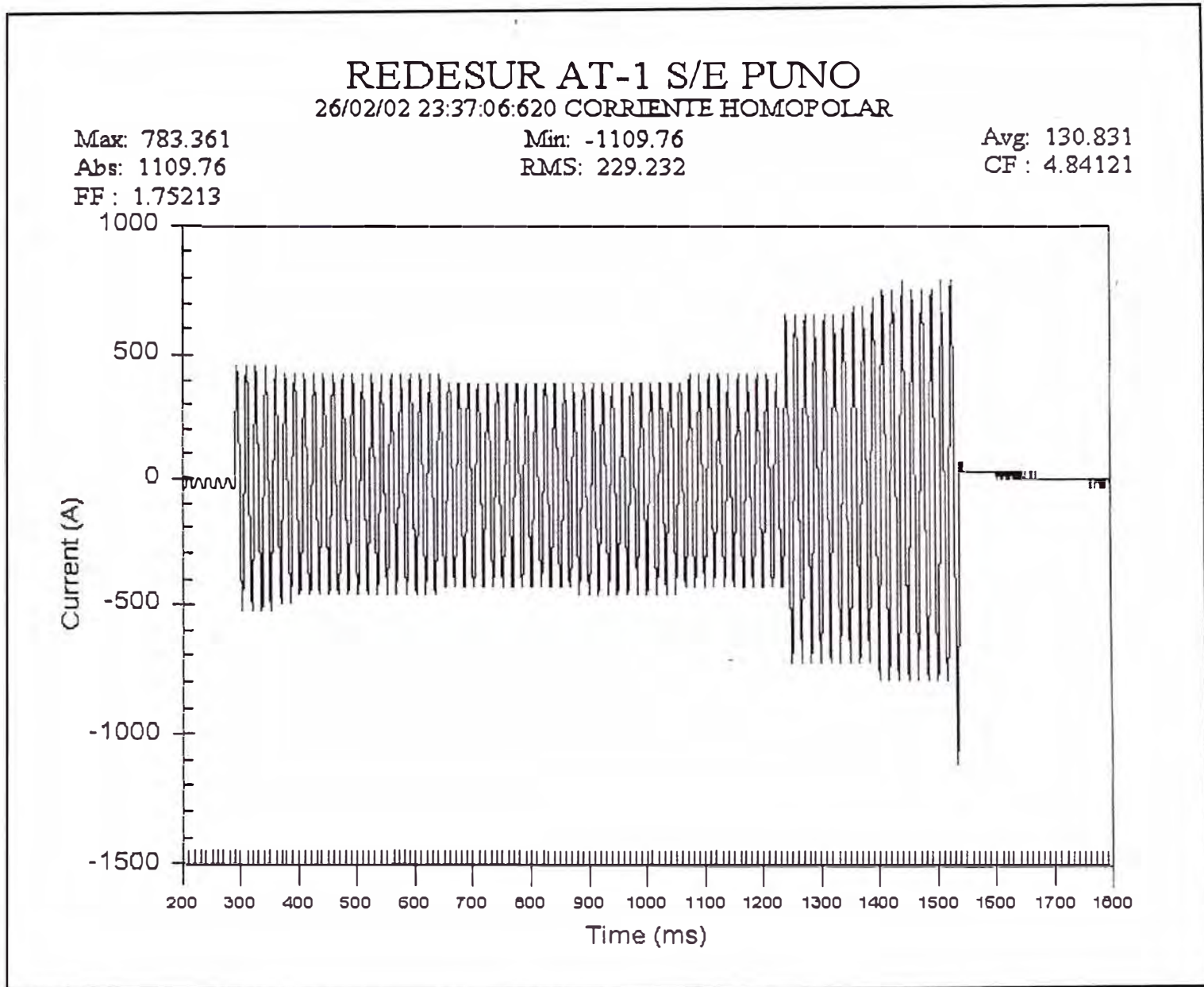
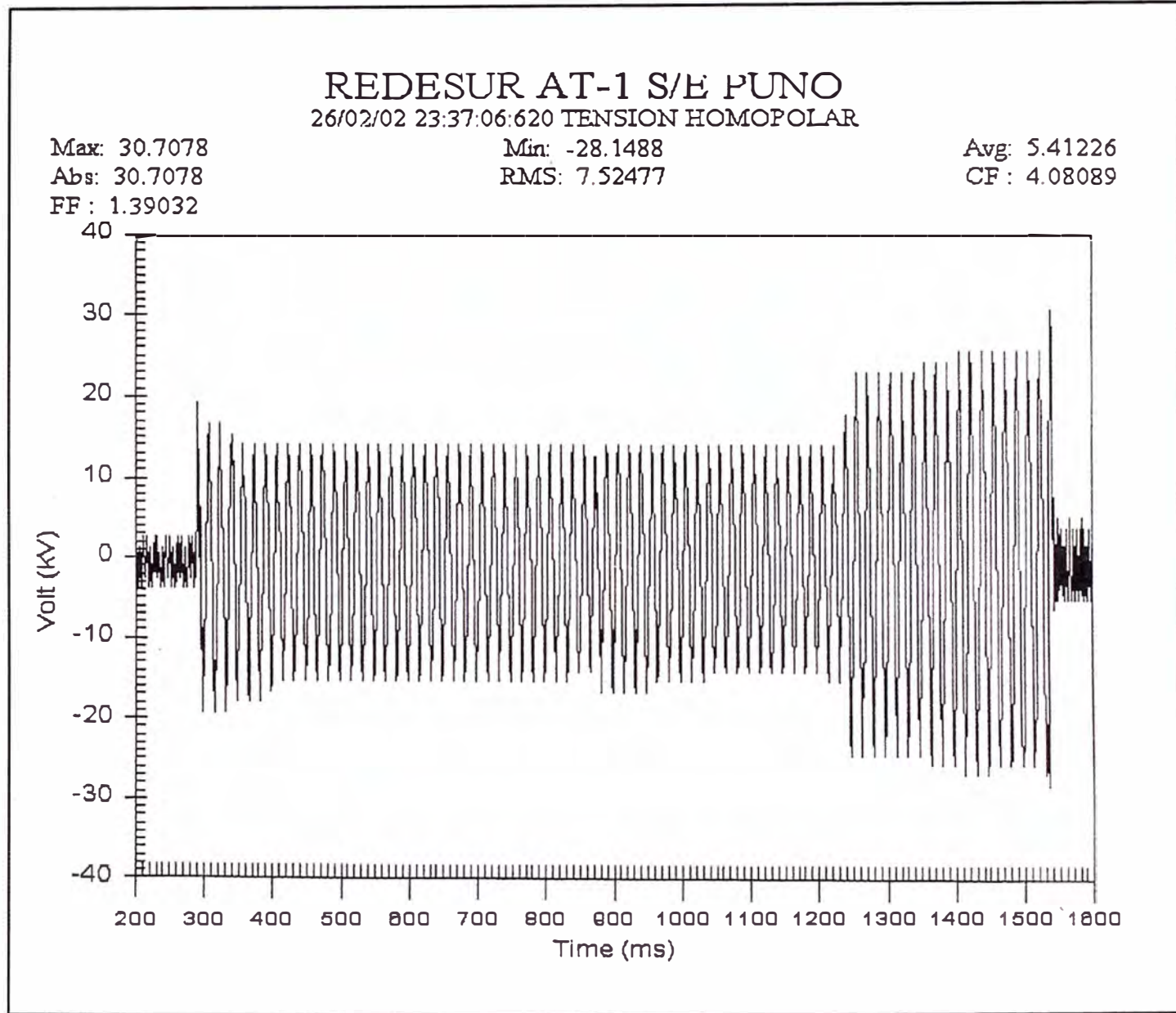


Figura 3.17.- Tensión homopolar en el AT-1 220/138 kV SE Totorani



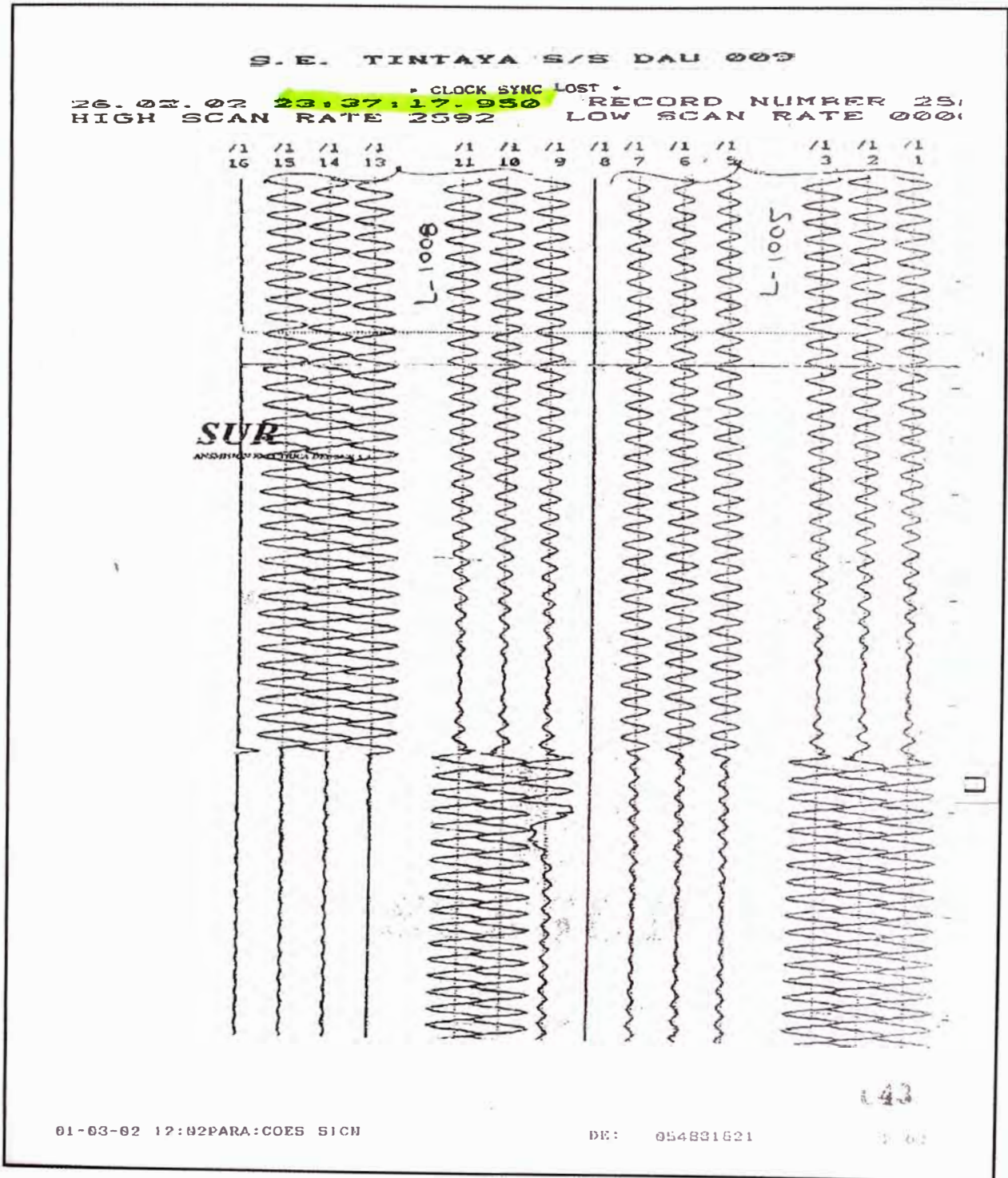


Figura 3.18.- Oscilografía de las líneas L-1008 y L-1005 SE Tintaya

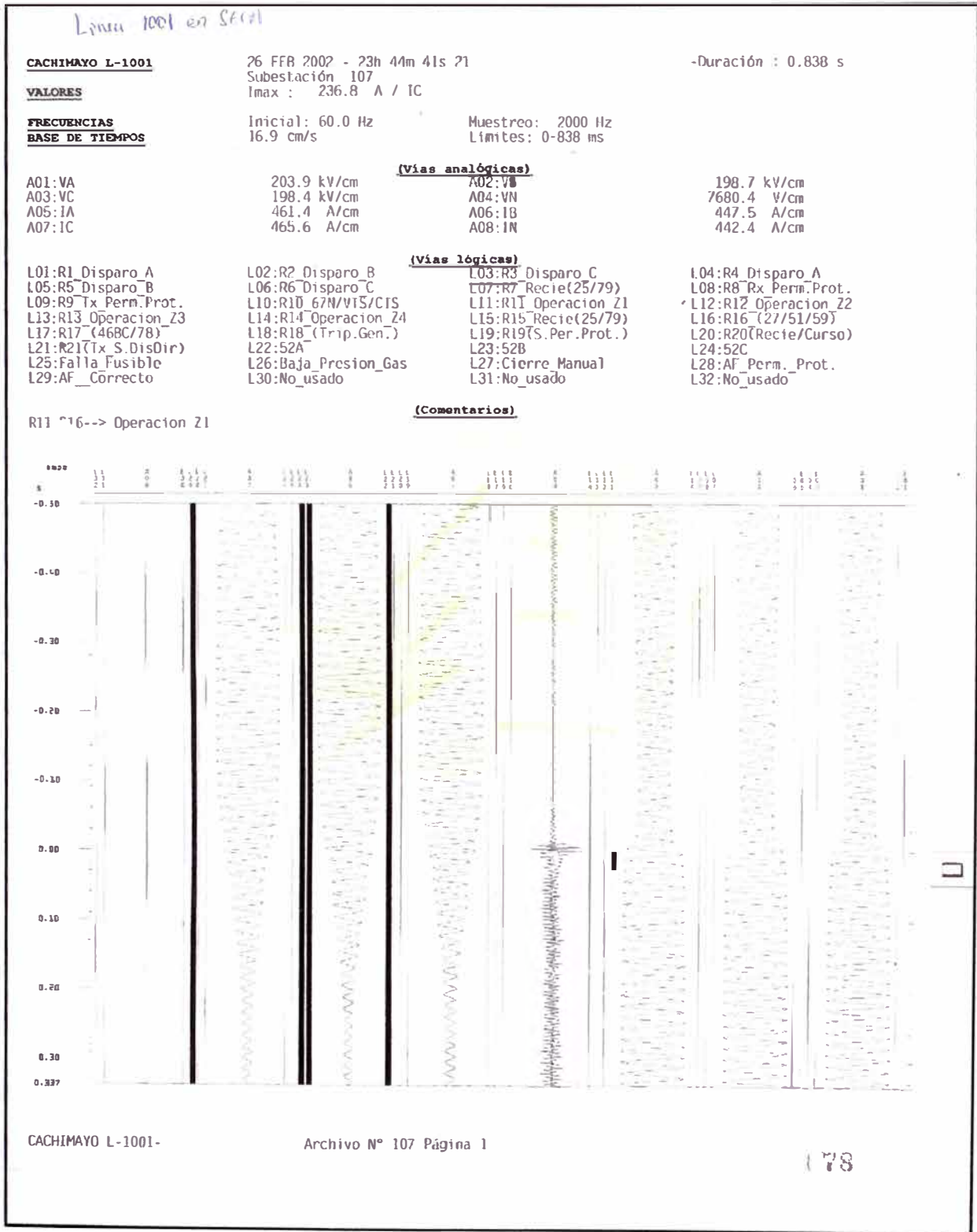


Figura 3.19.- Oscilografía de la línea L-1001 SE Cachimayo

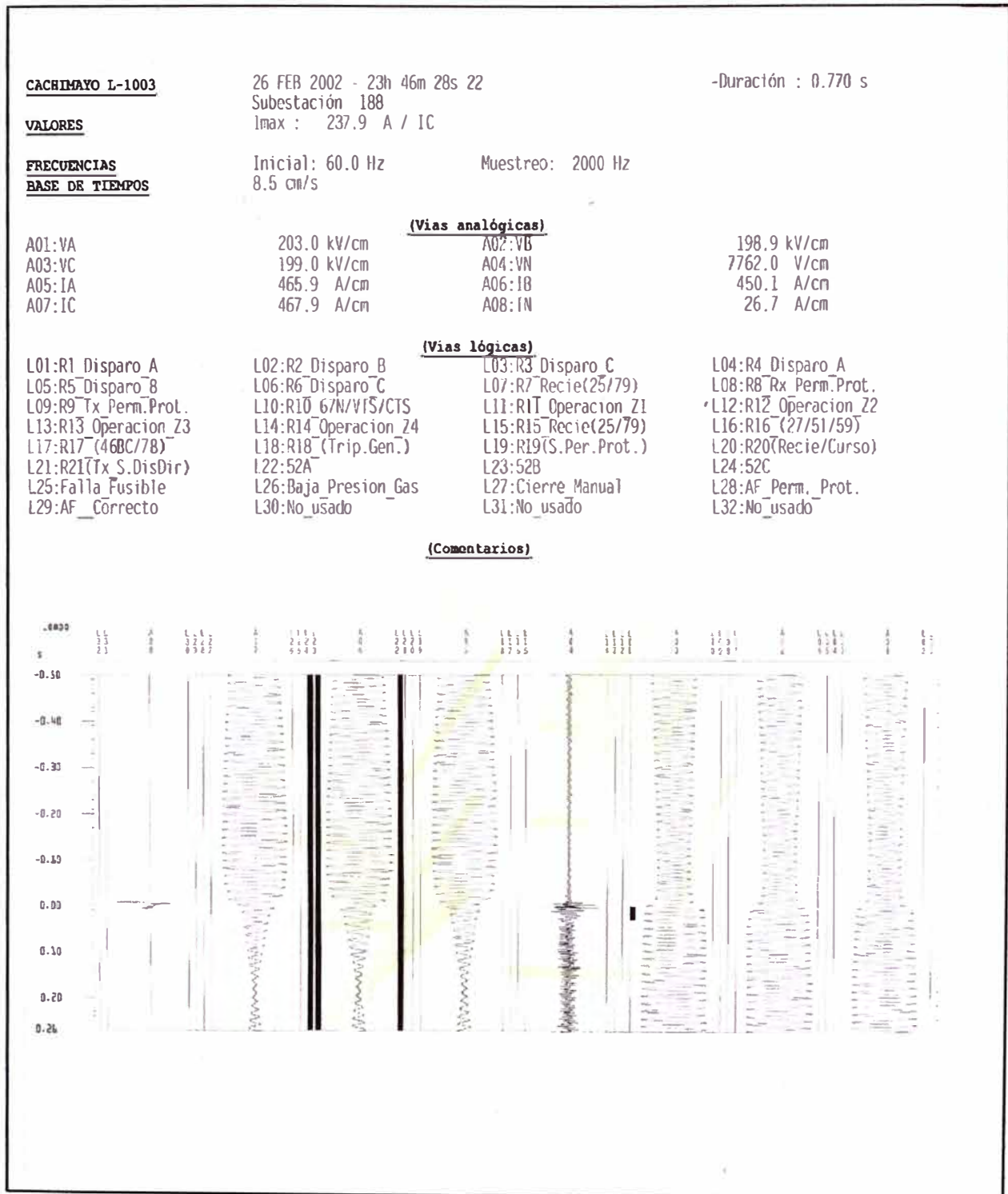


Figura 3.20.- Oscilografía de la línea L-1003 SE Cachimayo

Figura 3.21.- Registros del relé MICOM P442 L-1001 SE Cachimayo

RELES DE DISTANCIA: MICOM P442					RELES DE DISTANCIA: MICOM P442					RELES DE DISTANCIA: MICOM P442							
PLANTA DE REFERENCIA:		Cachimayo - 1			PLANTA DE REFERENCIA:		Cachimayo - 2			PLANTA DE REFERENCIA:		Quencoro - 1					
Fecha datos:		26-Feb-2002			Fecha datos:		26-Feb-2002			Fecha datos:		23-Feb-2002					
Hora datos:		23:37:58 818			Hora datos:		23:42:16 124			Hora datos:		23:37:05 400					
Falla fortuita por Sobretensión L-1001					Falla fortuita por Sobretensión L-1001					Falla fortuita por Sobretensión L-1002							
VIEW RECORD					VIEW RECORD					VIEW RECORD							
Select Fault:		1	2	3	4	Select Fault:		1	2	3	4	Select Fault:		1	2	3	4
Active Group	1	1	1	1	1	Active Group	1	1	1	1	1	Active Group	1	1	1	1	1
Started Phase:	ABC					Started Phase:	ABC					Started Phase:	ABC				
Tripped Phase:	ABC					Tripped Phase:	ABC					Tripped Phase:	ABC				
Overvoltage	start V>1					Overvoltage	start V>1					Overvoltage	start V>1				
Overvoltage	Trip V>1					Overvoltage	Trip V>1					Overvoltage	Trip V>1				
Supervision	VTs					Supervision	VTs					Supervision	VTs				
Distance						Distance						Distance					
Fecha	26-Feb-2002					Fecha	26-Feb-2002					Fecha	23-Feb-2002				
Hora	23:37:58 818					Hora	23:42:16 124					Hora	23:37:05 400				
Fault alarms	No					Fault alarms	No					Fault alarms	No				
System Frequency	65.62 Hz					System Frequency	65.62 Hz					System Frequency	65.62 Hz				
Fault duration	22.86 ms					Fault duration	22.86 ms					Fault duration	0.000 s				
Relay Trip time	79.98 ms					Relay Trip time	79.98 ms					Relay Trip time	79.99 ms				
Ia	86.75 A					Ia	87.73 A					Ia	77.91 A				
Ib	87.93 A					Ib	88.83 A					Ib	83.58 A				
Ic	89.95 A					Ic	89.79 A					Ic	78.48 A				
Van	97.74 KV					Van	97.69 KV					Van	97.68 KV				
Vbn	98.28 KV					Vbn	98.22 KV					Vbn	98.27 KV				
Vcn	97.78 KV					Vcn	97.70 KV					Vcn	97.73 KV				
Fault in zone	none					Fault in zone	none					Fault in zone	none				
Select main	(0..4) 0					Select main	(0..4) 4					Select main	(0..4) 0				
Reset indication	No					Reset indication	No					Reset indication	No				

3.4 Falla en la línea L-1008 (Tintaya – Callallí) de 138 kV.-

En el presente ítem se analizará el evento ocurrido el día 15.01.2002 a las 16:53 h, desconexión de la L-1008 (Tintaya – Callallí) por falla, lo que ocasionó el colapso parcial del área operativa Sur Este.

3.4.1 Configuración del sistema Sur Este en condición pre – falla.-

El área operativa Sur Este se encontraba en condiciones normales de operación, todas las líneas de 138 kV se encontraban en servicio así como la línea de 220 kV L-2030 (Totorani-Moquegua), el anillo de 138/220 kV de Puno se encontraba cerrado. La CH Machupicchu se encontraba en servicio con sus tres grupos generando 81 MW, la CH San Gabán se encontraba en servicio con sus dos grupos y generando 114 MW. En la figura 3.21 se muestra la configuración del sistema Sur Este momentos antes de que se produjera la perturbación.

3.4.2 Descripción del evento.-

Desconectó la línea L-1008 (Callallí – Tintaya) de 138 kV debido a falla monofásica fase “T” ocasionada por descargas atmosféricas. En la SE Tintaya se produjo recierre monofásico exitoso y en la SE Callallí apertura trifásica definitiva. Como consecuencia desconectaron los siguientes equipos: el auto transformador 220/138 kV de la SE Totorani, las líneas L-2030, L-1006, L-1011, L-1009 y L-1013, los grupos G1 y G2 de la CH San Gabán (G2 por sobretensión y G1 por desconexión manual). Asimismo, la CH Machupicchu quedó en sistema aislado suministrando energía al área operativa Cusco – Abancay.

3.4.3 Secuencia de eventos de falla.-

16:53:19.347 SE Callallí : Disparó del interruptor de la L-1008
 16:53:20.258 SE Ayavirí : Disparó del interruptor del TR-1 138/22.9/10 kV
 16:53:20.920 SE Totorani : Disparo del interruptor 138 kV del AT-1 220/138 kV
 16:53:20.920 SE Moquegua : Disparo del interruptor de la L-2030
 16:53:21.000 SE San Gabán : Disparo del interruptor del G2 de la CH San Gabán
 16:54:00.000 SE San Rafael : Disparo del interruptor de la L-1013
 16:54:00.000 SE San Gabán : Disparo del interruptor de la L-1010
 16:54:21.000 SE San Gabán : Desconexión manual del G1 de la CH San Gabán
 16:54:24.155 SE Juliaca : Disparo del interruptor de la L-1011
 16:55:02.956 SE Azángaro : Disparó del interruptor de la L-1006
 16:55:02.956 SE Azángaro : Disparo del interruptor de la L-1009

16:55:02.957 SE Azángaro : Disparo del interruptor de la L-1010

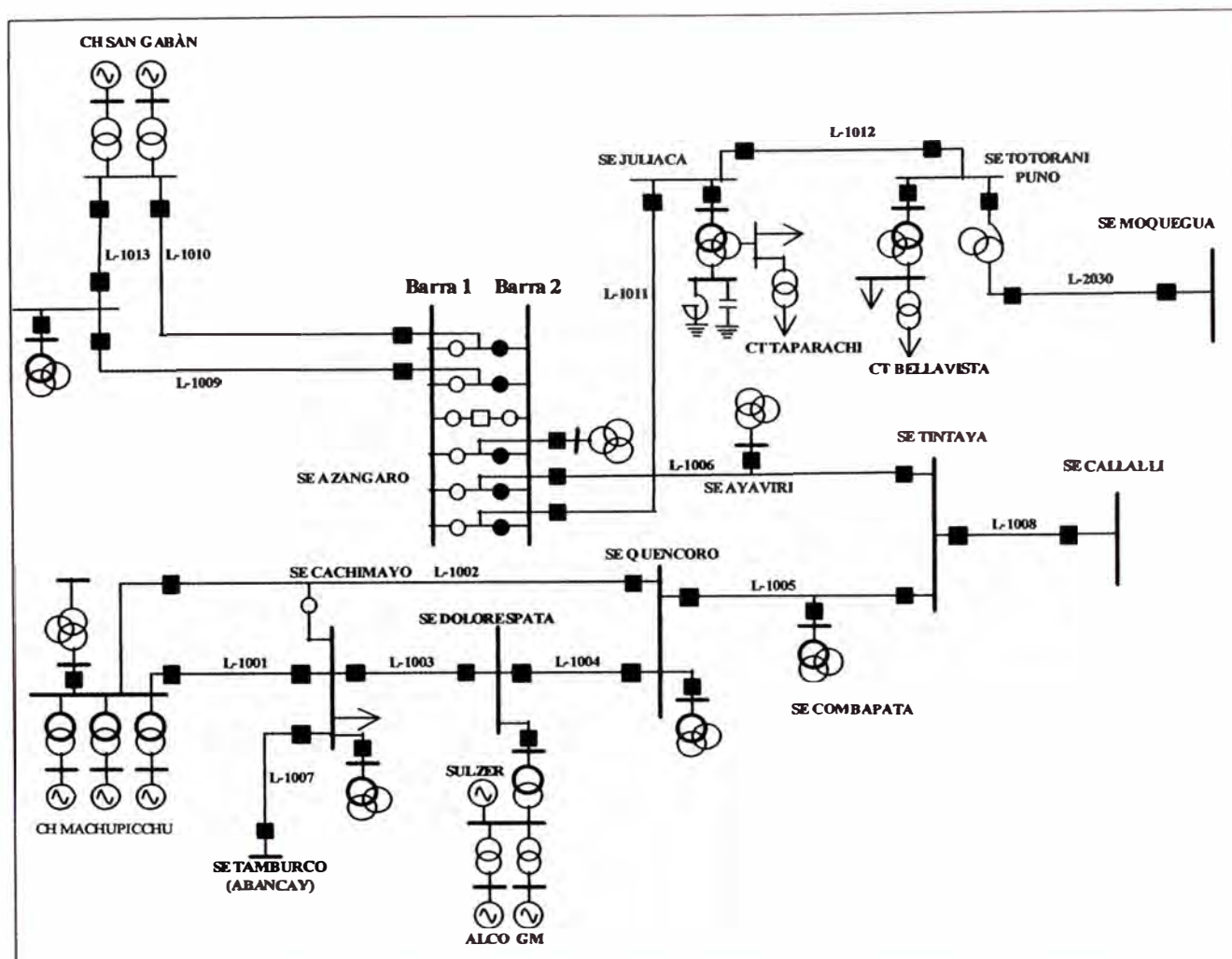


Fig. 3.21.- Configuración del sistema Sur Este en condición Pre – Falla

3.4.4 Señalización de los equipos de protección.- En la tabla N ° 3.3 se muestran las señalizaciones de los equipos de protección:

Tabla N ° 3.3.- Señalizaciones de los equipos de Protección

SUBESTACION	EQUIPO	CODIGO	SEÑALIZACION	INTERRUPTOR
Callallí	L-1008	21	Zona 2, fase T	IN-4120
San Gabán	G2	59	Sobretensión	S/C
	L-1010	59	Sobretensión	S/C
Tintaya	L-1008	21	Zona 1, fase T	IN-4190
Azángaro	L-1006	59	Sobretensión	IN-4110
	L-1009	59	Sobretensión	IN-4106

	L-1010	59	Sobretensión	IN-4108
Juliaca	L-1011	59	Sobretensión	IN-4138
Totorani	AT-1	50	Sobrecorriente fases R, S y T	IN-6174
San Rafael	L-1013	59	Sobretensión	S/C
Ayavirí	TR-1	27	Mínima tensión	IN-4104

3.4.5 Maniobras realizadas para la recuperación del servicio.-

16:56:41.253 SE Azángaro : Cierre del interruptor de la L-1006

16:57:53.278 SE Azángaro : Desconectó el interruptor de la L-1006 actuó el relé 59

16:58:19.907 SE Juliaca : Cierre del interruptor de la L-1011

16:59:25.959 SE Totorani : Se abrió el interruptor de la L-1012

16:59:37.230 SE Azángaro : Cierre del interruptor de la L-1006

17:00:43.133 SE Azángaro : Cierre del interruptor de la L-1009

17:02:07.990 SE Ayavirí : Cierre del interruptor del TR1.

17:03:00.000 SE San Rafael: Cierre del interruptor de la L-1009

17:04:00.000 SE San Rafael: Cierre del interruptor de la L-1013

17:06:00.000 SE San Gabán: Se sincronizó el G1 de la CH San Gabán

17:13:07.157 SE Callallí : Cierre del interruptor de la L-1008

17:14:07.220 SE Tintaya : Cierre del interruptor de la L-1008. Sincronizó el área operativa Sur Este con el SEIN.

17:21:28.288 SE Tintaya : Se apertura el interruptor de la L-1008 para no transgredir el parámetro IVDF establecido en la NTCSE

17:45:30.000 SE Tintaya : Cierre del interruptor de la L-1008 luego de corregir el parámetro IVDF del sistema aislado.

17:49:00.000 SE San Gabán: Se sincronizó el G2 de la CH San Gabán

17:54:00.000 SE Totorani : Se cerró el anillo 220/138 kV de Puno a través del cierre del interruptor IN-6174 del ATR-1 220/138 kV.

3.4.6 Análisis de la falla.-

- Como consecuencia de las descargas atmosféricas se originó una falla monofásica fase “T” en la L-1008, la cual provocó la apertura monofásica de la línea en la SE Tintaya y la apertura trifásica en la SE Callallí. En la Fig. 3.22 se muestra la oscilografía de la L-1008 en la SE Tintaya, el oscilograma no muestra las escalas

de medición que permitan determinar los valores de corriente alcanzados durante la falla.

- De lo anterior, se desprende que el recierre automático de la L-1008 en la SE Callallí no operó correctamente, derivando en una apertura trifásica definitiva en zona 2. En la SE Tintaya el recierre monofásico actuó correctamente. Se concluye que la protección de distancia de la L-1008 operó en forma incorrecta, ya que no hubo recierre automático en la SE Callallí.
- En el acta de la reunión celebrada entre ETESUR y REDESUR de fecha 09.01.2002, en el punto 2 se señala que la protección de distancia de la L-1012, en la SE Totorani, de propiedad de ETESUR quedará totalmente fuera de servicio, solicitando a REDESUR se mantengan los ajustes de la protección de sobrecorriente de la bahía de 138 kV del autotransformador. Se concluye que al momento de la ocurrencia de la falla, la protección de sobrecorriente del autotransformador 220/138 kV lado 138 kV de la SE Totorani estaba cumpliendo la función de protección de la L-1012.
- La desconexión de la L-1008 originó una oscilación de potencia entre las centrales del área Sur Este y las demás centrales del SEIN, tal como se muestra en las Figuras 3.23 y 3.24 las cuales corresponden a la oscilografía de la L-2030 en la SE Totorani. En estas circunstancias y sin presencia de falla se registró el arranque de la función 51P y después de 492 ms, el disparo de la protección sobrecorriente instantánea (50 H) del autotransformador 220/138 kV lado 138 kV de la SE Totorani que cumplía la función de protección de la línea L-1012. Como consecuencia se activó la lógica de disparo de la línea L-2030 (Puno – Moquegua) quedándose en operación aislada las centrales de San Gabán y Machupicchu en el sistema Sur Este.
- Como consecuencia de la pérdida de la generación de la CH Machupicchu y la CH San Gabán, en el SEIN la frecuencia disminuyó de 59.87 a 59.17 Hz, lo que provocó la actuación de los réles de rechazo de carga por mínima frecuencia. En el sistema aislado Sur Este la frecuencia subió de 59.87 a 65.27 Hz. En la Fig. 3.25 se muestran las frecuencias en el área Sur Este así como en el SEIN inmediatamente después de ocurrida la perturbación.
- Como consecuencia de la apertura de la L-2030 y la operación aislada de la CH Machupicchu y de la CH San Gabán, se presentaron elevadas sobretensiones en el

área operativa Sur Este, lo que ocasionó la desconexión del G2 de la CH San Gabán por actuación de su protección de sobretensión. En la Fig. 3.26 se muestran los niveles de sobretensión registrados en el SCADA de la CH Machupicchu.

- El operador de la CH San Gabán desconectó en forma manual el G1 de la central debido a la elevada frecuencia del sistema aislado, sin embargo de la información del registro de eventos, las líneas L-1010 y L-1013 aún se encontraban en servicio. Se concluye que la desconexión del G1 de la CH San Gabán agravó los problemas de sobretensión del área Sur Este.
- Las líneas L-1013 y L-1009 desconectaron solo en los extremos de San Rafael y Azángaro, respectivamente, por la operación de su protección de sobretensión. Asimismo, las líneas L-1011 y L-1006 desconectaron solo en los extremos de Juliaca y Azángaro, respectivamente, por la operación de su protección de sobretensión. Se concluye que la apertura de las referidas líneas en un solo extremo agravaron los problemas de sobretensión del área operativa Sur Este.

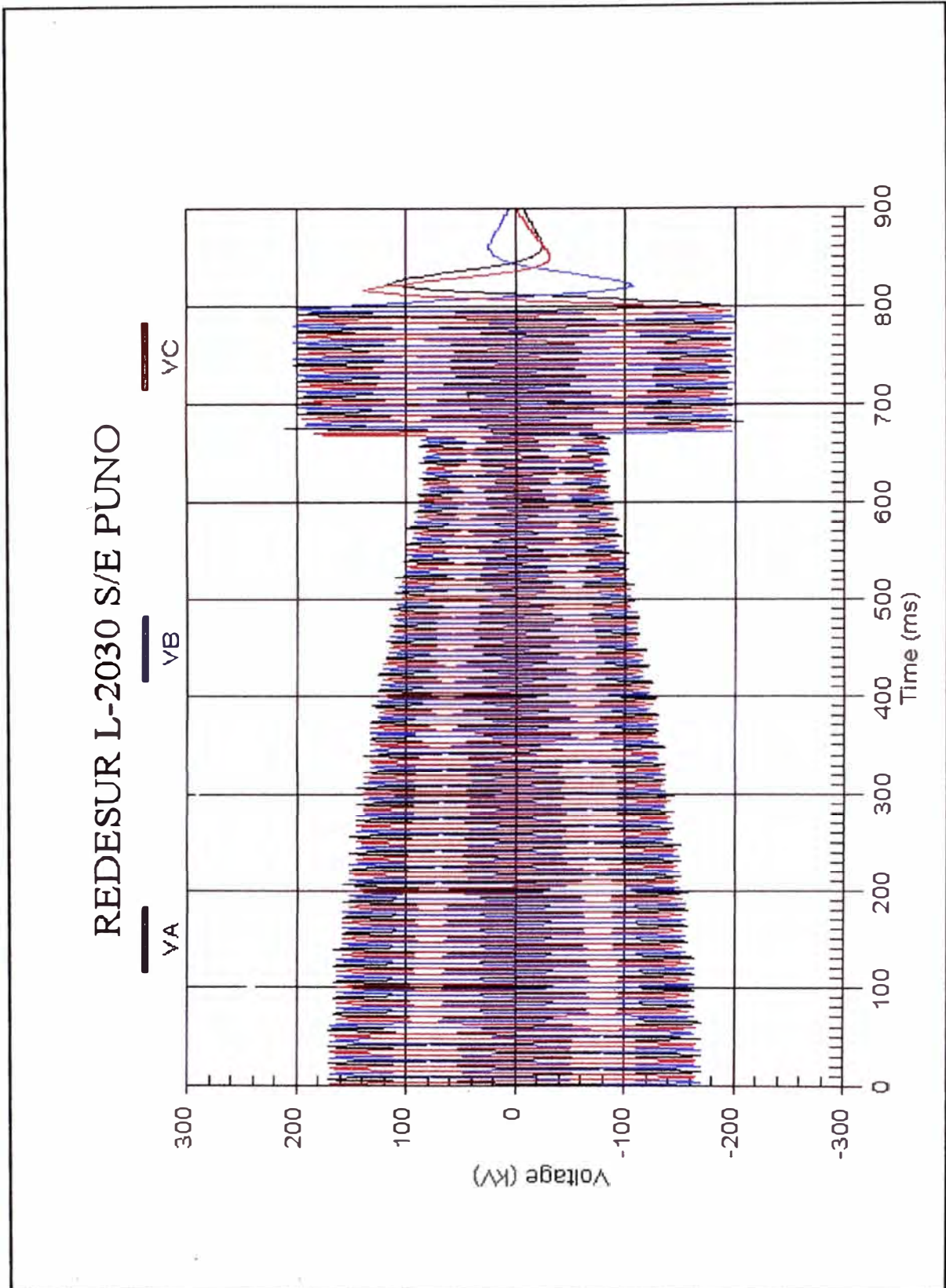


Fig. 3.23.- Oscilografía de la L-2030 en la SE Totorani (Voltaje)

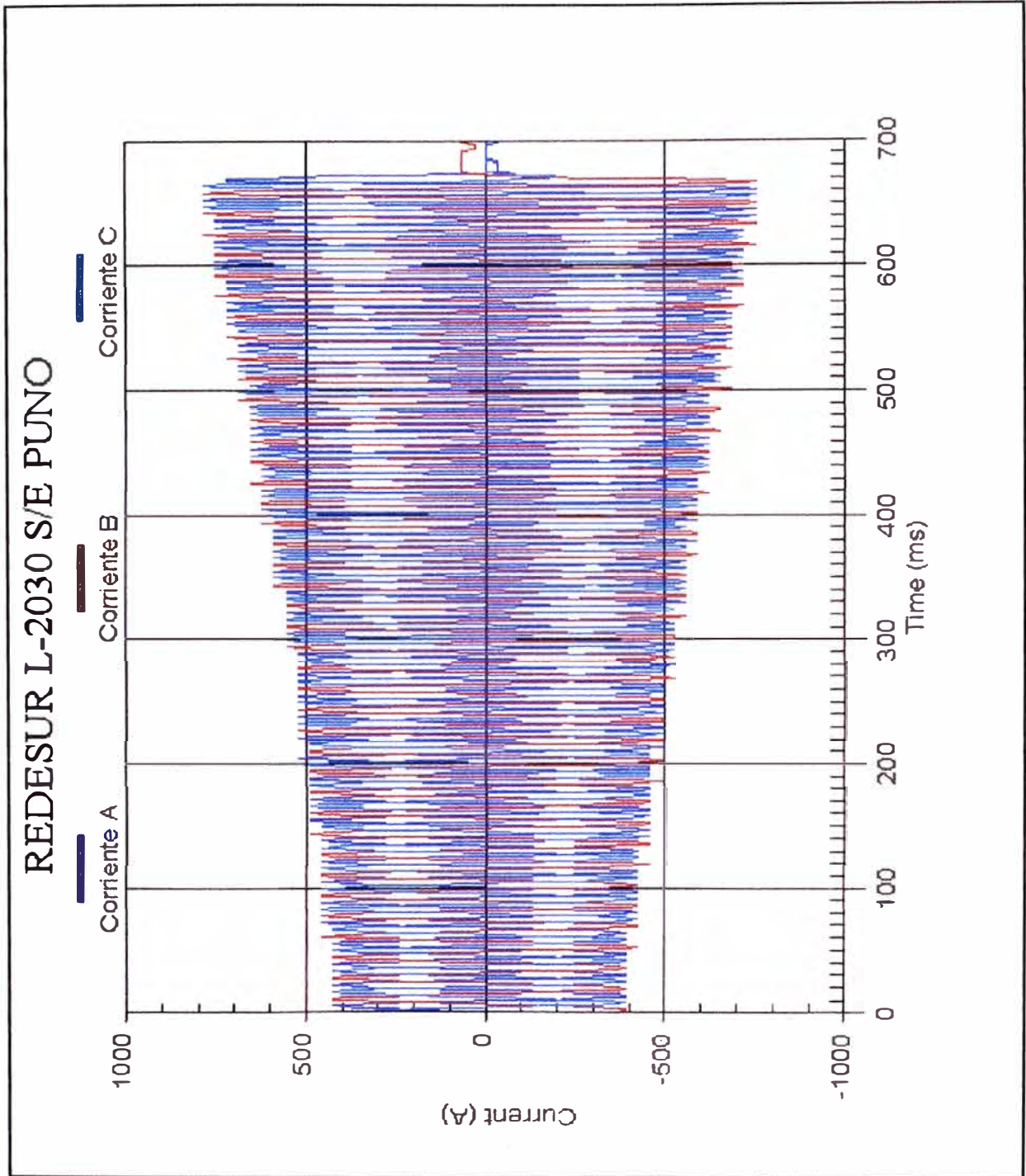


Fig. 3.24.- Oscilografía de la L-2030 en la SE Totorani (Corriente)

Fig. 3.25.- Frecuencias en el sistema Sur Este y SINAC después de la perturbación

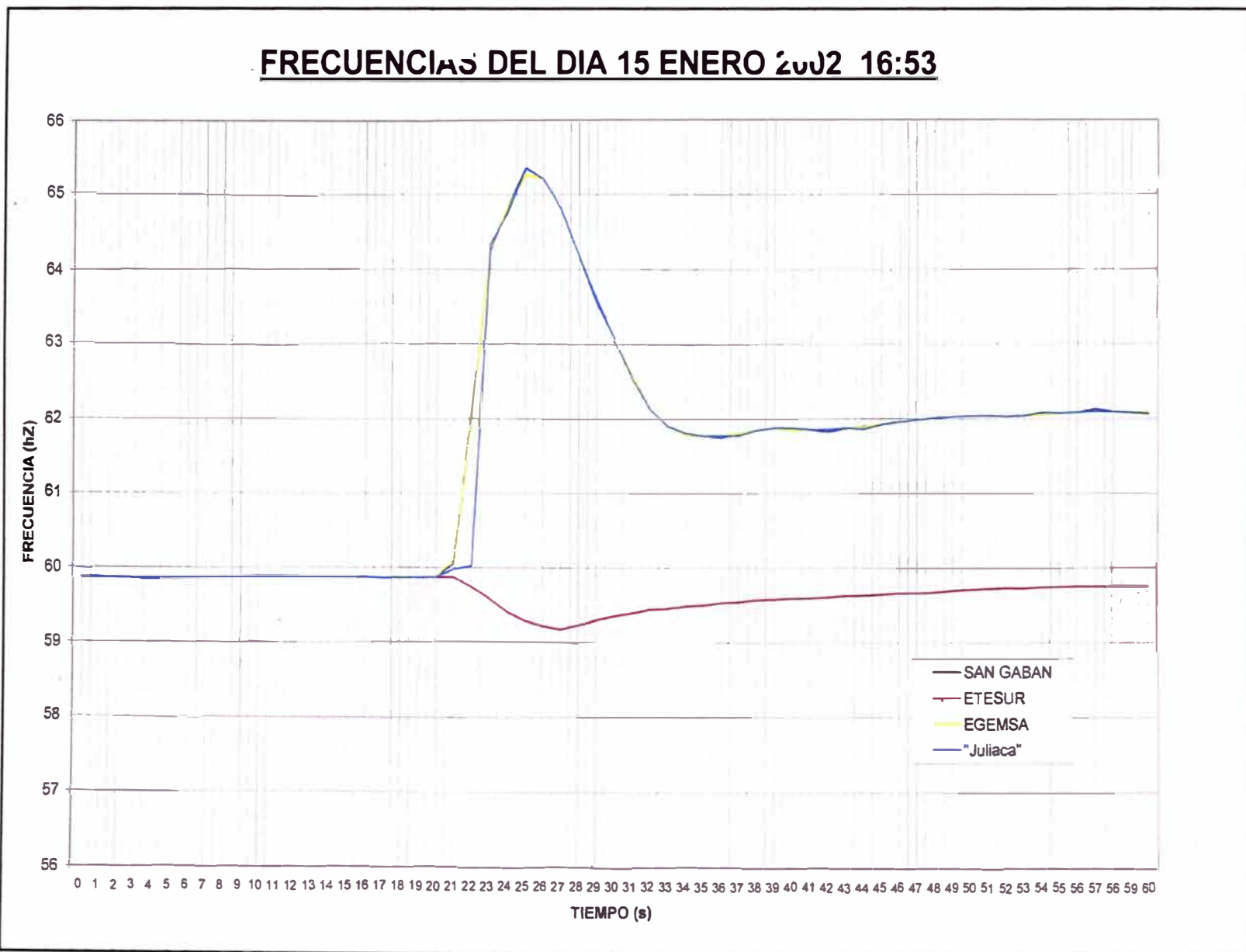
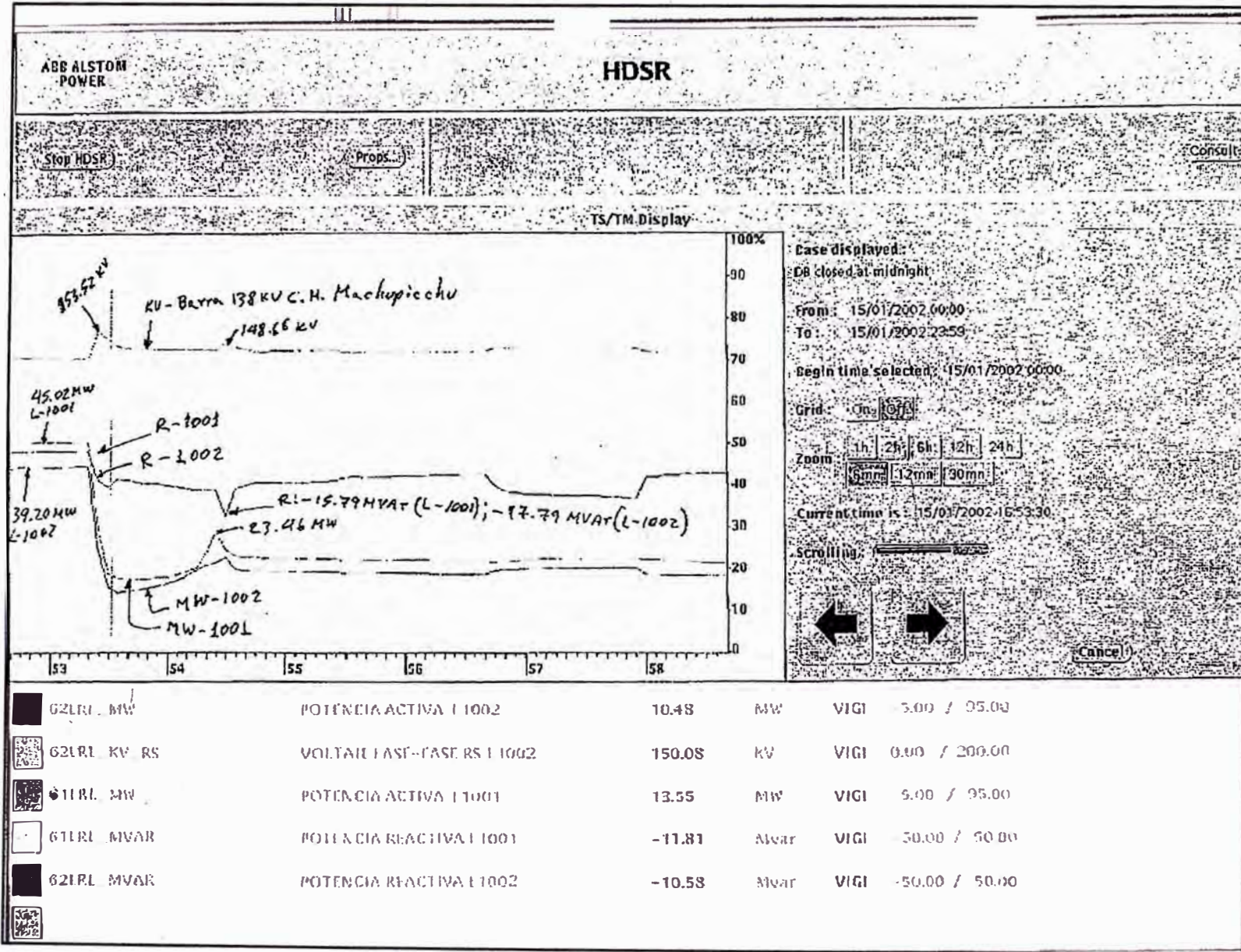


Fig. 3.26 Sobretensiones en el sistema Sur Este registradas en el SCADA de EGM



CAPITULO IV

MANIOBRAS PARA LA RECUPERACION DEL AREA SUR ESTE

El área operativa Sur Este del SEIN está conformado por la SE Callallí, SE Tintaya, SE Combapata, SE Quencoro, SE Dolorespata, SE Cachimayo, SE Machupicchu, SE Abancay, SE Ayavirí, SE Azángaro, SE San Rafael, SE San Gabán, SE Juliaca y la SE Totorani. De acuerdo al Procedimiento N ° 9 del COES SINAC, la zona operativa Sur Este corresponde al área operativa N ° 13.

4.1 Características del área operativa Sur Este.-

A continuación se mencionan las características mas resaltantes del área operativa Sur Este:

- Exporta el excedente de generación hidroeléctrica producidas por la CH Machupicchu y la CH San Gabán a través de dos corredores, el primero de ellos conformado por las líneas en 138 kV L-1008/L-1020. El segundo corredor está conformado por un anillo en 138/220 kV compuesto por las líneas en 138 kV L-1011/L-1012 y la línea en 220 kV L-2030.
- En caso de que se produjese la desconexión de cualquiera de los corredores mencionados anteriormente y la exportación total del Sur Este al SEIN sea mayor a 70 MW, provocaría la sobrecarga del corredor que quedaría en servicio. Si este fuera el caso se disminuirá la generación del Sur Este hasta conseguir que no haya sobrecarga en los equipos. En época de avenida se disminuirá la generación en forma proporcional a las potencias efectivas de las centrales que operan en la zona y en época de estiaje se disminuirá la generación prioritariamente a las centrales con embalse que tengan la capacidad de almacenar agua.
- En caso de que se produjese la desconexión de cualquiera de los corredores mencionados anteriormente y la exportación total del Sur Este al SEIN sea mayor a 70 MW, podrían producirse oscilaciones de potencia del modo ínter área entre las centrales del Sur Este y el resto de centrales del SEIN, dependiendo de la

configuración de la red, estas oscilaciones podrían ocasionar la pérdida por estabilidad del otro corredor.

4.2 Escenarios en caso de fallas en la red de transmisión.-

En este apartado se describirán las principales configuraciones factibles de presentarse en el área operativa Sur Este debido a fallas de naturaleza transitoria en la red de transmisión, este tipo de fallas se presentan mayoritariamente en época de avenida (diciembre-mayo) debido a las fuertes lluvias con descargas atmosféricas que se presentan en la zona.

Como primer paso, describiremos los elementos críticos cuya desconexión podría ocasionar el colapso parcial o total del Sur Este, luego describiremos los escenarios (configuraciones topológicas) a las que evoluciona el sistema como consecuencia de la desconexión de estos elementos críticos.

4.2.1 Elementos críticos del área operativa Sur Este.-

- Corredor N ° 1.- Conformado por las líneas en 138 kV L-1008/L-1020 (Tintaya – Callallí- Santuario), la pérdida de este corredor cuando el flujo de exportación del Sur Este al SEIN es mayor a 70 MW ocasionaría la desconexión de la línea L-1011 por estabilidad y de la línea L-1012 por sobretensión. Las centrales de Machupicchu y San Gabán podrían quedar en isla, bloquearse o operar en sistema aislado.
- Corredor N ° 2.- Conformado por las líneas en 138 kV L-1011/L-1012 (Azángaro- Juliaca – Totorani) y la línea en 220 kV L-2030 (Totorani – Moquegua), la pérdida de este corredor cuando el flujo de exportación del Sur Este al SEIN es mayor a 70 MW ocasionaría la desconexión de las líneas L-1008 y/o L-1020 por estabilidad. Las centrales de Machupicchu y San Gabán podrían quedar en isla, bloquearse o operar en sistema aislado.
- Línea L-1005 (Quencoro – Tintaya) en 138 kV.- Al desconectarse esta línea podría ocurrir que se produjese el colapso total del área Cusco – Abancay debido a la desconexión de la CH Machupicchu, o puede ocurrir que la CH Machupicchu quede operando en sistema aislado con las cargas de la SE Quencoro, SE Dolorespata, SE Cachimayo, SE Machupicchu y SE Abancay.
- Línea L-1006 (Tintaya – Azángaro) en 138 kV.- La desconexión de esta línea en época de avenida (CH San Gabán a plena carga) podría ocasionar la desconexión de la L-1011 por sobrecarga y de la L-1012 por sobretensión. La CH San Gabán

puede quedar en servicio con la carga de San Rafael, puede bloquearse o quedar en isla a tensión nominal.

4.2.2 Configuraciones topológicas a las que evoluciona el sistema luego de una falla en la red de transmisión.-

La desconexión de los elementos críticos definidos en el apartado precedente, ocasionan los siguientes escenarios (configuraciones topológicas) del área operativa Sur Este:

- Escenario N ° 1.- Colapso total del Sur Este. Desconexión en cascada de las líneas L-1008, L-1005, L-1004, L-1003, L-1002, L-1001, L-1006, L-1011, L-1012, L-1013, L-1009 y L-1010. La línea 220 kV L-2030 fuera de servicio por sobretensión o la L-2030 en servicio con la carga de Puno. La CH San Gabán y la CH Machupicchu pueden bloquearse o pueden quedar en isla a tensión nominal.
- Escenario N ° 2.- Desconexión en cascada de las líneas L-1008, L-1005, L-1006, L-1011, L-1012, L-2030, L-1009, L-1010 y L-1013. La CH Machupicchu queda en sistema aislado con la carga del área Cusco–Abancay. Se desconecta la CH San Gabán.
- Escenario N ° 3.- Desconexión en cascada de las líneas L-1008, L-1005, L-1006, L-1011, L-1012 y L-2030. La CH Machupicchu queda en servicio operando en sistema aislado con la carga del área Cusco–Abancay. La CH San Gabán queda en servicio operando con la cargas de Azángaro y San Rafael.
- Escenario N ° 4.- Desconexión en cascada de las líneas L-1008, L-1005, L-1004, L-1003, L-1002, L-1001 y L-1006. La CH Machupicchu queda fuera de servicio. La CH San Gabán queda conectada al SEIN a través de las líneas L-1011, L-1012 y L-2030.
- Escenario N ° 5.- Desconexión en cascada de las líneas L-1008, L-1011 y L-1012. La CH San Gabán y la CH Machupicchu quedan en servicio operando en sistema aislado en forma conjunta, alimentando las cargas de Cachimayo, Dolorespata, Quencoro, Combapata, Tintaya y Azángaro. La L-2030 queda en servicio alimentando la carga de Puno (SE Totorani).
- Escenario N ° 6.- Desconexión de la línea L-1005. La CH Machupicchu queda en servicio alimentando la carga del área Cusco–Abancay. La CH San Gabán permanece en servicio conectada al SEIN.
- Escenario N ° 7.- Desconexión en cascada de las líneas L-1005, L-1004, L-1003, L-1001 y L-1002. La CH Machupicchu queda fuera de servicio colapsando el

suministro al área Cusco-Abancay. La CH San Gabán permanece en servicio conectada al SEIN.

- Escenario N ° 8.- Desconexión en cascada de las líneas L-1006, L-1011, L-1012, L-2030, L-1010, L-1009 y L-1013. La CH San Gabán queda fuera de servicio. La CH Machupicchu permanece en servicio conectada al SEIN.
- Escenario N ° 9.- Desconexión en cascada de las líneas L-1006, L-1011, L-1012 y L-2030. La CH San Gabán queda en servicio en sistema aislado alimentando las cargas de San Rafael y Azángaro. Las líneas L-1009, L-1010 y L-1013 quedan en servicio. La CH Machupicchu permanece en servicio conectada al SEIN.

Los escenarios N ° 1 al N ° 5 son configuraciones factibles de presentarse cuando desconectan uno de los dos corredores por los cuales se exporta la energía de la CH Machupicchu y la CH San Gabán (los dos primeros elementos críticos mencionados). Los escenarios N ° 6 y N ° 7 son factibles de presentarse cuando desconecta el tercer elemento crítico (L-1005). Finalmente, los escenarios N ° 8 y N ° 9 pueden presentarse cuando desconecta el cuarto elemento crítico mencionado (L-1006).

4.3 Criterios a considerarse en la recuperación del área operativa Sur Este.-

A continuación se mencionan ciertos criterios que es necesario tener en cuenta antes de proceder a realizar las maniobras de recuperación de suministros, estos son:

- Las acciones conducentes a la recuperación de los suministros afectados y las coordinaciones entre las Empresas Integrantes son dirigidas y supervisadas por “El Coordinador Nacional del Sistema”, es decir, por el Centro de Control del COES SINAC.
- Después que se ha producido una perturbación y actúen los equipos de protección con la consecuente apertura de los interruptores, deben verificarse la posición de los interruptores de las diferentes instalaciones afectadas con el fin de tener un panorama general de la configuración de los equipos después del evento.
- Después de que se ha producido una perturbación, los Centros de Control de las Empresas Integrantes deben recolectar información de las señalizaciones de sus equipos de protección y proceder a “resetear” todas las alarmas que aparezcan en sus tableros de control y protección. Asimismo, deben informar inmediatamente de las señalizaciones de sus equipos de protección y de la actuación de sus equipos de corte al Coordinador Nacional del Sistema.

- Después de que se ha producido una perturbación, los Centros de Control de las Empresas Integrantes deben proceder a aperturar aquellos interruptores que permanezcan cerrados y sin tensión de retorno.
- En caso de desconexión de las líneas L-1020/L-1008, se procederá a energizar estas líneas desde la SE Santuario, es decir, en el sentido Santuario-Callallí-Tintaya.
- En caso de desconexión de la línea L-2030, se procederá a energizar esta línea desde la SE Moquegua, es decir, en el sentido Moquegua – Totorani.
- Después de que se energizó la SE Tintaya, debe procederse inmediatamente a energizar el SVC de Tintaya con el fin de controlar la tensión de dicha barra en valores cercanos a 138 kV.
- Se debe considerar el hecho de que si los grupos de la CH San Gabán y la CH Machupicchu se bloquean, es decir, el automatismo da orden de parada a las máquinas; el tiempo aproximado para que estas vuelvan a estar disponibles es del orden de los 30 minutos.
- Para realizar el cierre del anillo de 138/220 kV del Sur Este se tiene tres opciones: la primera y más recomendable es realizar el cierre en la SE Totorani en el lado de 138 kV del autotransformador de 220/138 kV, la segunda opción es energizar la L-1011 desde la SE Azángaro y realizar el cierre del anillo en la SE Juliaca, finalmente, la tercera opción consiste en energizar la L-1006 desde la SE Tintaya y realizar el cierre en la SE Azángaro.
- En caso de desconexión de la línea L-1011, se procederá a energizar esta línea desde la SE Azángaro, es decir, en el sentido Azángaro – Juliaca.
- Respecto al reactor de 20 MVAR de la SE Azángaro, los estudios de resonancia y ferresonancia realizados muestran que estos fenómenos no aparecen si es que se energiza el reactor en serie con una línea (cualquiera de ellas) de las que confluyen en la SE Azángaro. No se han realizado estudios sobre la posibilidad de energizar simultáneamente dos líneas de 138 kV y el reactor de 20 MVAR.
- Después que se ha producido una perturbación y la línea L-2030 hubiese quedado en servicio, la recuperación de los suministros de Puno se realizarán a través de esta línea, asimismo, la recuperación de los suministros de Juliaca se realizará energizando la L-1012 en serie con el reactor de 5 MVAR de la SE Juliaca.
- Para sincronizar la CH Machupicchu se tienen dos opciones dependiendo si los grupos se han bloqueado o si han quedado en vacío girando a tensión nominal. Si es

que los grupos se han bloqueado, la sincronización se realizará en la misma central, previamente se energizará la L-1001 desde la SE Cachimayo y luego se sincronizarán los grupos con el SEIN. En caso de que los grupos hayan quedado girando en vacío a tensión nominal, se procederá inmediatamente a recuperar los suministros del área Cusco-Abancay y se realizará la sincronización con el SEIN en la SE Quencoro, luego de energizar la L-1005 desde la SE Tintaya.

- Para sincronizar la CH San Gabán se tienen dos opciones dependiendo si los grupos se han bloqueado o si han quedado girando en vacío a tensión nominal. Si es que los grupos se han bloqueado, la sincronización se realizará en la misma central, previamente se energizará la línea L-1009 desde la SE Azángaro, se recuperará la carga de San Rafael y luego se procederá a energizar la L-1013 desde la SE San Rafael y sincronizar los grupos con el SEIN. En caso de que los grupos hayan quedado girando en vacío a tensión nominal, se procederá a energizar la L-1013 desde la SE San Gabán y recuperar el suministro de la SE San Rafael, luego se procederá a energizar la L-1009 desde la SE San Rafael y se sincronizará la central con el SEIN en la SE Azángaro.
- La sincronización de la CH San Gabán con el SEIN, cuando se realice en la SE Azángaro, se hará a través del interruptor de acoplamiento de barras.

4.4 Cuadro de maniobras secuenciales para la recuperación del servicio.-

Después de producirse una **perturbación**, es necesario conocer el estado **final** de la red después del evento con el fin de tomar las acciones adecuadas que nos permitan recuperar los suministros afectados en el menor tiempo posible. Con este fin, es necesario que se disponga de procedimientos de maniobra actualizados que permitan tanto al “Coordinador” como a los Integrantes del Sistema ejecutar las maniobras conducentes a la recuperación de los suministros afectados.

En el apartado 4.2.2 se esbozaron diferentes configuraciones a las que evolucionaría el sistema en caso se produjese la desconexión de cualquiera de los elementos críticos descritos en el apartado 4.2.1, a continuación **elaboraremos para cada uno de los escenarios descritos mencionados anteriormente**, sus respectivos procedimientos de maniobra, para tal fin al escenario N ° 1 le corresponderá el Procedimiento de Maniobras N ° 1 y así sucesivamente hasta completar todos los procedimientos de maniobra para cada uno de los 9 escenarios propuestos.

Cuando en los procedimientos que se muestren a continuación se visualicen las siguientes siglas se entenderá que se refieren a:

CCO – COES : Centro de Control del COES SINAC

CC-REP : Centro de Control de Red De Energía del Perú

CC-EGM : Centro de Control de la Empresa de Generación Eléctrica Machupicchu

CC-SGB : Centro de Control de la Empresa de Generación Eléctrica San Gabán

CC-RDS : Centro de Control de Red Eléctrica del Sur

CNS : Coordinador Nacional del Sistema

CC-ELSE : Centro de Control de Electro Sur Este

CC-EPU : Centro de Control de Electro Puno

En los procedimientos no se consideran las maniobras a llevarse a cabo por los titulares de las redes de distribución ni de los clientes libres que operan en la zona, esto debido a tal como la establece la “Norma Técnica de Operación en Tiempo Real”, dichas empresas son responsables por la operación de sus equipos e instalaciones. El fin primordial de los procedimientos de maniobras es restablecer en el menor tiempo posible todos los suministros afectados, para tal fin, todos los procedimientos consideran la energización de las principales sub estaciones de donde se alimentan las principales cargas del área.

4.4.1 Procedimiento de Maniobras N ° 1.-

Colapso total del área Sur Este debido a la salida de servicio de uno de los corredores mencionados en 4.2.1 (L-1020/L-1008 o L-1011/L-1012/L-2030) y simultáneamente la exportación del Sur Este es mayor a 70 MW.

Como consecuencia se produce la desconexión en cascada de las líneas L-1008, L-1005, L-1004, L-1003, L-1002, L-1001, L-1006, L-1011, L-1012, L-1013, L-1010 y L-1009. La CH Machupicchu y la CH San Gabán salen fuera de servicio.

En estas condiciones, es necesario considerar la posibilidad de que la L-2030 quede fuera de servicio por sobretensión o que la L-2030 quede en servicio con la carga de Puno; por lo tanto, tenemos la secuencia de maniobras con los siguientes casos:

- Con L-2030 fuera de servicio

En caso de que la L-2030 quede fuera de servicio por sobretensión se procederá de la siguiente manera:

- a) Energizar las líneas L-1020 (Santuario – Callallí) y L-1008 (Callallí-Tintaya) desde la SE Santuario y poner en servicio el SVC de Tintaya.

- b) Sincronización de la CH Machupicchu. Existen dos posibilidades dependiendo si los grupos se han bloqueado o si han quedado girando en vacío a tensión nominal. Si los grupos se han bloqueado la sincronización se realizará en la misma central, previamente se energizará la L-1005 desde la SE Tintaya y se procederá a recuperar los suministros del área Cusco – Abancay. En caso los grupos hubiesen quedado girando en vacío a tensión nominal se procederá inmediatamente a energizar las SE Cachimayo, SE Dolorespata y SE Quencoro y recuperar la carga del área Cusco – Abancay, luego se realizará el sincronismo con el SEIN en la SE Quencoro a través del interruptor de la L-1005. La conexión de la línea L-1002 se realizará cuando la generación de la CH Machupicchu sea mayor a 30 MW con el fin de evitar sobretensiones.
- c) Conexión de las líneas L-1006, L-1011 y L-1012 procediéndose a recuperar los suministros de Azángaro, Juliaca y Puno.
- d) Sincronización de la CH San Gabán y cierre del anillo de 138/220 kV de Puno. Existen dos posibilidades dependiendo si los grupos se han bloqueado o si han quedado girando en vacío a tensión nominal. Si es que los grupos se han bloqueado, la sincronización se realizará en la misma central, previamente se energizará la línea L-1009 desde la SE Azángaro, se recuperará la carga de San Rafael y luego se procederá a energizar la L-1013 desde la SE San Rafael y sincronizar los grupos con el SEIN. En caso de que los grupos hayan quedado girando en vacío a tensión nominal, se procederá a energizar la L-1013 desde la SE San Gabán y recuperar el suministro de la SE San Rafael, luego se procederá a energizar la L-1009 desde la SE San Rafael y se sincronizará la central con el SEIN en la SE Azángaro. El cierre del anillo de 138/220 kV de Puno se realizará preferiblemente en el lado de 138 kV del autotransformador 220/138 kV de la SE Totorani.

El primer paso para el proceso de recuperación del Sur Este es la energización de la SE Tintaya de la forma descrita en el paso “a)”, luego se puede proceder a realizar en forma simultánea el paso “b)”, o continuar con los pasos “c)” y “d)” (sincronización de la CH San Gabán y cierre del anillo de 138/220 kV de Puno).

- Conexión de la L-1008 (Callallí-Tintaya)

Premisas:

SE Callallí : L-1008 con interruptor en posición abierto.
L-1020 en servicio

SE Tintaya : L-1008, L-1005 y L-1006 con interruptores en posición abierto.
SVC fuera de servicio.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CCO-COES	COES	EL CNS INICIA LA RECUPERACION DEL AREA SUR ESTE	<input type="checkbox"/>
02	CC-REP	CALLALLI TINTAYA	VERIFICAR QUE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS L-1008, L-1005 Y L-1006 SE ENCUENTREN APERTURADOS	<input type="checkbox"/>
03	CC-REP	CALLALLI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4120
04	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4190
05	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T44-11 DEL SVC	IN-4196
06	CC-REP	TINTAYA	PONER EN SERVICIO EL SVC	SVC
07	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T43-11 Y RECUPERAR LAS CARGAS DE SULFUROS (BHP BILLITON)	IN-4194
08	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T45-11 Y RECUPERAR LAS CARGAS DE OXIDOS (BHP BILLITON)	IN-4192

- Sincronización de la CH Machupicchu y recuperación de los suministros del área Cusco-Abancay

Premisas:

CH Machupicchu : Grupos Bloqueados

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Quencoro : L-1002, L-1004, L-1005 con interruptores abiertos.

SE Dolorespata : L-1004 y L-1003 con interruptores abiertos.

SE Cachimayo : L-1003, L-1001 y L-1007 con interruptores abiertos.

- Sincronización en la CH Machupicchu

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	<input type="checkbox"/>
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION DE LA BARRA SEA MENOR O IGUAL A 138.0 kV (REGULAR	<input type="checkbox"/>

			CON EL SVC Y LA CENTRAL CHARCANI V).	
03	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
04	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4156
05	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1004	IN-4154
06	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1004	S/C
07	CC-EGM	DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE CUSCO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
08	CC-REP	QUENCORO DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE QUENCORO Y COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
09	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
10	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
11	CC-EGM	CACHIMAYO	REPONER LAS CARGAS DE LA SE CACHIMAYO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE Y EL CLIENTE YURA CACHIMAYO	□
12	CC-REP	CACHIMAYO	VERIFICAR QUE LA TENSIÓN DE LA BARRA SEA EN LO POSIBLE 138.0 kV.	□
13	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
14	CC-EGM	MACHUPICHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1001 Y REPONER LAS CARGAS DE AGUAS CALIENTES Y QUILLABAMBA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
15	CC-EGM	MACHUPICCHU	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO LA CH MACHUPICCHU.	□
16	CC-EGM	MACHUPICCHU	SINCRONIZAR LA CH MACHUPICCHU. CUANDO ESTA CENTRAL ESTE CON UNA GENERACION MAYOR A 30 MW SE COORDINARÁ LA CONEXIÓN DE LA LÍNEA L-1002 (MACHUPICCHU – QUENCORO)	□
17	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	S/C
18	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	IN-4152
19	CC-EGM	MACHUPICCHU	COORDINAR CON EL CCO-SEIN EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH MACHUPICCHU	□
20	CC-REP	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1007 Y REPONER CARGAS DE ABANCAY EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	IN-4118

Sincronización de la CH Machupicchu en la SE Quencoro

Premisas:

CH Machupicchu : Grupos girando en vacío a tensión nominal

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Quencoro : L-1002, L-1004, L-1005 con interruptores abiertos

SE Dolorespata : L-1004 y L-1003 con interruptores abiertos

SE Cachimayo : L-1003, L-1001 y L-1007 con interruptores abiertos

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
03	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
04	CC-EGM	CACHIMAYO	REPONER LAS CARGAS DE LA SE CACHIMAYO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE Y EL CLIENTE YURA CACHIMAYO	□
05	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
06	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
07	CC-EGM	DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE CUSCO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
08	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1004	S/C
09	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1004	IN-4154
10	CC-REP	QUENCORO	REPONER LA CARGA DE QUENCORO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
11	CC-REP	TINTAYA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
12	CC-REP CC-EGM	QUENCORO	VERIFICAR CONDICIONES DE SINCRONISMO PARA CONECTAR EL AREA AISLADA CUSCO-ABANCAY AL SEIN A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE LA L-1005 EN LA SE QUENCORO	□
13	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4156
14	CC-REP	COMBAPATA	REPONER LA CARGA DE COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
15	CC-EGM	MACHUPICCHU	CUANDO LA CH MACHUPICCHU ESTE CON UNA GENERACION MAYOR A 30 MW SE COORDINARÁ LA CONEXIÓN DE LA L-1002	□
16	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	S/C
17	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	IN-4152
18	CC-EGM	MACHUPICCHU	COORDINAR CON EL CCO-SEIN EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH MACHUPICCHU	□

- Conexión de las líneas L-1006 (Tintaya – Azángaro), L-1011 (Azángaro – Juliaca) y L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV.

Premisas:

SE Tintaya : L-1006 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Azángaro : L-1006, L-1010, L-1009 , L-1011 y el reactor de 20 MVAR con interruptores abiertos

SE Juliaca : L-1012 y L-1011 con interruptores abiertos

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION DE LA BARRA SEA MENOR O IGUAL A 138 KV (REGULAR CON EL SVC Y LA CH CHARCANI V)	□
03	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL REACTOR DE 20 MVAR (BARRA "B")	IN-4204
04	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006 (BARRA "B")	IN-4110
05	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006 ENERGIZANDO LA LINEA EN SERIE CON EL REACTOR DE AZANGARO	IN-4188
06	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011 (BARRA "B")	IN-4112
07	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011	IN-4138
08	CC-REP	AYAVIRI JULIACA AZANGARO	REPONER LAS CARGAS DE AYAVIRI, AZÁNGARO Y JULIACA EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
09	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4140
10	CC-REP	JULIACA	VERIFICAR QUE LA TENSION EN LA BARRA SEA 138 KV, EN CASO CONTRARIO UTILIZAR LA COMPENSACION REACTIVA EXISTENTE EN LA SE JULIACA PARA LOGRAR LA TENSION OBJETIVO	□
11	CC-REP	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4148
12	CC-REP	TOTORANI	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE PUNO EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□

- Sincronización de la CH San Gabán y cierre del anillo 138/220 kV de Puno

Premisas:

CH San Gabán : Grupos bloqueados

SE San Rafael : L-1009 y L-1013 con interruptores abiertos

SE Tintaya : L-1008 en servicio con un flujo no mayor a 70 MW

SE Azángaro : L-1009, L-1013 y L-1010 con interruptores abiertos
Barra "B" de 138 kV en servicio.

SE Totorani : L-2030 con interruptor abierto

- Sincronización en la CH San Gabán

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA - PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR CON CC-REP Y CCO-COES LA PUESTA EN SERVICIO DE LA CH SAN GABÁN Y LA ENERGIZACION DE LA L-1009	L-1009 CH SGB
03	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	IN-4106
04	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	S/C
05	CC-SGB	SAN RAFAEL	REPONER LA CARGA DE LA MINA MINSUR EN COORDINACION CON EL CLIENTE	□
06	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
07	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
08	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO LA CH SAN GABÁN	CH SGB
09	CC-SGB	SAN GABAN	CONFIRMAR A CCO-COES Y CC-REP QUE LA CH SAN GABAN SE ENCUENTRA EN SERVICIO	CH SGB
10	CC-REP	AZANGARO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	IN-4108
11	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	S/C
12	CC-REP CC-RDS	TOTORANI MOQUEGUA	COORDINAR LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA L-2030 Y EL CIERRE DEL ANILLO 138/220 KV DE PUNO A TRAVÉS DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 KV DE TOTORANI LADO 138 KV	L-2030 AT-1
13	CC-RDS	MOQUEGUA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2428
14	CC-RDS	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2436
15	CCO-COES CC-RDS CC-REP CC-SGB	TOTORANI	CC-RDS VERIFICARÁ DIFERENCIA DE TENSIÓN INFERIOR A 20 KV, DIFERENCIA ANGULAR INFERIOR A 20° PARA CERRAR EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO, EN CASO QUE	AT-1

			NO SE CUMPLA LA CONDICIÓN VARIAR LA GENERACIÓN DE LA CH SAN GABÁN.	
16	CC-RDS	TOTORANI	CIERRE DEL ANILLO DE PUNO A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANILADO 138 KV.	IN-6174
17	CC-RDS	TOTORANI	CONFIRMAR A CC-COES QUE EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO SE ENCUENTRA CERRADO	<input type="checkbox"/>
18	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH SAN GABAN EN COORDINACION CON EL CCO-COES	<input type="checkbox"/>

- Sincronización de la CH San Gabán en la SE Azángaro

Premisas:

- CH San Gabán : Grupos girando en vacío a tensión nominal
 SE San Rafael : L-1009 y L-1013 con interruptores abiertos
 SE Tintaya : L-1008 en servicio con un flujo no mayor a 70 MW
 SE Azángaro : L-1009, L-1013 y L-1010 con interruptores abiertos.
 Barra "B" de 138 kV en servicio
 SE Totorani : L-2030 con interruptor abierto

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA - PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	<input type="checkbox"/>
02	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR CON CCO-COES LA PUESTA EN SERVICIO DE LA CH SAN GABÁN Y LA ENERGIZACIÓN DE LA LINEA L-1013.	CH SGB L-1013
03	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO UNA PRIMERA UNIDAD DE LA CENTRAL SAN GABÁN.	CH SGB
04	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
05	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
06	CC-SGB	SAN RAFAEL	REPONER LA CARGA DE LA MINA MINSUR EN COORDINACION CON EL CLIENTE	<input type="checkbox"/>
07	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	S/C
08	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009 A LA BARRA DESENERGIZADA (BARRA "A")	IN-4106

09	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADORES ADYACENTES AL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO 138 KV	SA-4243 SB-4245
10	CC-REP CC-SGB	AZANGARO	VERIFICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE SINCRONIZACION DE LA CH SAN GABAN CON EL SEIN: DIFERENCIA DE TENSION CERCANO A CERO KV, DIFERENCIA DE FRECUENCIA CERCANO A CERO (0 Hz) Y DIFERENCIA ANGULAR CERCANO A CERO GRADOS.	□
11	CC-REP	AZANGARO	SINCRONIZAR LA CH SAN GABAN CON EL SEIN A TRAVES DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE AZANGARO	IN-4114
12	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO UNA SEGUNDA UNIDAD DE LA CENTRAL SAN GABÁN	□
13	CC-REP	AZANGARO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	IN-4108
14	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	S/C
15	CC-RDS	TOTORANI	COORDINAR LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA L-2030, Y EL CIERRE DEL ANILLO 138/220 KV DE PUNO A TRAVÉS DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV	L-2030 AT-1
16	CC-RDS	MOQUEGUA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2428
17	CC-RDS	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2436
18	CCO-COES CC-RDS CC-SGB CC-REP	TOTORANI	CC-RDS VERIFICARÁ DIFERENCIA DE TENSION INFERIOR A 20 KV, DIFERENCIA ANGULAR INFERIOR A 20° PARA CERRAR EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO, EN CASO QUE NO SE CUMPLA LA CONDICIÓN VARIAR LA GENERACIÓN DE LA CH SAN GABÁN.	AT-1
19	CC-RDS	TOTORANI	CIERRE DEL ANILLO DE PUNO A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV.	IN-6174
20	CC-RDS	TOTORANI	CONFIRMAR A CCO-COES QUE EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO SE ENCUENTRA CERRADO	AT-1
21	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH SAN GABAN EN COORDINACION CON EL CCO-COES	□

- Con la línea L-2030 en servicio con la carga de Puno

En caso de que la línea L-2030 quede en servicio alimentando la carga de la ciudad de Puno se procederá de la siguiente manera:

- a) Se energizarán las líneas L-1020 (Santuario – Callallí) y L-1008 (Callallí-Tintaya) desde la SE Santuario y se procederá a poner en servicio el SVC de Tintaya.
- b) A continuación, se procederá a poner en servicio la L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV con el fin de recuperar los suministros de la ciudad de Juliaca. Con el fin de evitar sobretensiones, se deberá energizar la L-1012 desde la SE Totorani en serie con el reactor de Juliaca.
- c) Sincronización de la CH Machupicchu. Existen dos posibilidades dependiendo si los grupos se han bloqueado o si han quedado girando en vacío a tensión nominal. Si los grupos se han bloqueado la sincronización se realizará en la misma central, previamente se energizará la L-1005 desde la SE Tintaya y se procederá a recuperar los suministros del área Cusco – Abancay. En caso los grupos hubiesen quedado girando en vacío a tensión nominal se procederá inmediatamente a energizar las SE Cachimayo, SE Dolorespata y SE Quencoro y recuperar la carga del área Cusco – Abancay, luego se realizará el sincronismo con el SEIN en la SE Quencoro a través del interruptor de la L-1005. La conexión de la línea L-1002 se realizará cuando la generación de la CH Machupicchu sea mayor a 30 MW con el fin de evitar sobretensiones.
- d) Energización de la SE Azángaro mediante la puesta en servicio de la L-1006 y puesta en servicio de la L-1011. Cierre del anillo de 138/220 kV de Puno a través del cierre del interruptor de la L-1011 en la SE Juliaca.
- e) Sincronización de la CH San Gabán. Existen dos posibilidades dependiendo si los grupos se han bloqueado o si han quedado girando en vacío a tensión nominal. Si es que los grupos se han bloqueado, la sincronización se realizará en la misma central, previamente se energizará la línea L-1009 desde la SE Azángaro, se recuperará la carga de San Rafael y luego se procederá a energizar la L-1013 desde la SE San Rafael y sincronizar los grupos con el SEIN. En caso de que los grupos hayan quedado girando en vacío a tensión nominal, se procederá a energizar la L-1013 desde la SE San Gabán y recuperar el suministro de la SE San Rafael, luego se procederá a energizar la L-1009 desde la SE San Rafael y se sincronizará la central con el SEIN en la SE Azángaro.

El primer paso para el proceso de recuperación del Sur Este es la energización de la SE Tintaya en la forma descrita en el paso “a)”, luego se puede proceder a realizar en forma simultánea el paso “b)” conexión de la L-1012, el paso “c)” conexión de la CH Machupicchu o continuar con los pasos “d)” y “e)” (cierre del anillo de 138/220 kV de Puno y sincronización de la CH San Gabán).

- **Conexión de la L-1008 (Callallí-Tintaya)**

Premisas:

SE Callallí :L-1008 con interruptor en posición abierto.

L-1020 en servicio

SE Tintaya :L-1008, L-1005 y L-1006 con interruptores en posición abierto.
SVC fuera de servicio.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CCO-COES	COES	EL CNS INICIA LA RECUPERACION DEL AREA SUR ESTE	□
02	CC-REP	CALLALLI TINTAYA	VERIFICAR QUE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS L-1008, L-1005 Y L-1006 SE ENCUENTREN APERTURADOS	□
03	CC-REP	CALLALLI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4120
04	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4190
05	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T44-11 DEL SVC	IN-4196
06	CC-REP	TINTAYA	PONER EN SERVICIO EL SVC	SVC
07	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T43-11 Y RECUPERAR LAS CARGAS DE SULFUROS (BHP BILLITON)	IN-4194
08	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T45-11 Y RECUPERAR LAS CARGAS DE OXIDOS (BHP BILLITON)	IN-4192

- **Conexión de la L-1012 (Juliaca-Totorani)**

Premisas:

SE Totorani : En servicio a través de la L-2030 y el autotransformador de 138/220 kV. La L-1012 con interruptor abierto

SE Juliaca : L-1011, L-1012 y celda del transformador 138/60/10 kV con interruptores abiertos

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-RDS	TOTORANI JULIACA	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL REACTOR DE 5 MVAR LADO 10 KV	IN-1400
03	CC-REP	JULIACA	CERRAR LOS INTERRUPTORES DEL TRANSFORMADOR DE 138/60/10 KV	IN-4142 IN-6204
04	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4140
05	CC-REP	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012, ENERGIZANDO EN SERIE LA LINEA CON EL REACTOR DE JULIACA	IN-4148
06	CC-REP	JULIACA	REPONER LAS CARGAS DE LA SE JULIACA EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□

- Sincronización de la CH Machupicchu y recuperación de los suministros del área Cusco-Abancay

Premisas:

CH Machupicchu : Grupos Bloqueados

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Quencoro : L-1002, L-1004, L-1005 con interruptores abiertos.

SE Dolorespata : L-1004 y L-1003 con interruptores abiertos.

SE Cachimayo : L-1003, L-1001 y L-1007 con interruptores abiertos.

- Sincronización en la CH Machupicchu

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION DE LA BARRA SEA MENOR O IGUAL A 138.0 kV (REGULAR CON EL SVC Y LA CENTRAL CHARCANI V).	□
03	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
04	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4156
05	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1004	IN-4154
06	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1004	S/C

07	CC-EGM	DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE CUSCO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>
08	CC-REP	QUENCORO DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE QUENCORO Y COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>
09	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
10	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
11	CC-EGM	CACHIMAYO	REPONER LAS CARGAS DE LA SE CACHIMAYO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE Y EL CLIENTE YURA CACHIMAYO	<input type="checkbox"/>
12	CC-REP	CACHIMAYO	VERIFICAR QUE LA TENSION DE LA BARRA SEA EN LO POSIBLE 138.0 kV.	<input type="checkbox"/>
13	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
14	CC-EGM	MACHUPICHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1001 Y REPONER LAS CARGAS DE AGUAS CALIENTES Y QUILLABAMBA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>
15	CC-EGM	MACHUPICCHU	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO LA CH MACHUPICCHU.	<input type="checkbox"/>
16	CC-EGM	MACHUPICCHU	SINCRONIZAR LA CH MACHUPICCHU. CUANDO ESTA CENTRAL ESTE CON UNA GENERACION MAYOR A 30 MW SE COORDINARÁ LA CONEXIÓN DE LA LÍNEA L-1002 (MACHUPICCHU – QUENCORO)	L-1002
17	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	S/C
18	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	IN-4152
19	CC-EGM	MACHUPICCHU	COORDINAR CON EL CCO-COES EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH MACHUPICCHU	<input type="checkbox"/>
20	CC-REP	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1007 Y REPONER LAS CARGAS DE ABANCAY EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	IN-4118

Sincronización de la CH Machupicchu en la SE Quencoro

Premisas:

CH Machupicchu : Grupos girando en vacío a tensión nominal

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Quencoro : L-1002, L-1004, L-1005 con interruptores abiertos

SE Dolorespata : L-1004 y L-1003 con interruptores abiertos

SE Cachimayo : L-1003, L-1001 y L-1007 con interruptores abiertos

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
03	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
04	CC-EGM	CACHIMAYO	REPONER LAS CARGAS DE LA SE CACHIMAYO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE Y EL CLIENTE YURA CACHIMAYO	□
05	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
06	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
07	CC-EGM	DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE CUSCO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
08	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1004	S/C
09	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1004	IN-4154
10	CC-REP	QUENCORO	REPONER LA CARGA DE QUENCORO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
11	CC-REP	TINTAYA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
12	CC-REP CC-EGM	QUENCORO	VERIFICAR CONDICIONES DE SINCRONISMO PARA CONECTAR EL AREA AISLADA CUSCO-ABANCAY AL SEIN A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE LA L-1005 EN LA SE QUENCORO	L-1005
13	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4156
14	CC-REP	COMBAPATA	REPONER LA CARGA DE COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
15	CC-EGM	MACHUPICCHU	CUANDO LA CH MACHUPICCHU ESTE CON UNA GENERACION MAYOR A 30 MW SE COORDINARÁ LA CONEXIÓN DE LA L-1002	□
16	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	S/C
17	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	IN-4152
18	CC-EGM	MACHUPICCHU	COORDINAR EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH MACHUPICCHU CON EL CCO-COES	□

- Conexión de la L-1006 (Tintaya -Azángaro) y de la L-1011 (Azángaro – Juliaca).
Cierre del anillo 138/220 kV de Puno.

Premisas:

- SE Tintaya : L-1006 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.
- SE Azángaro : L-1006, L-1011, L-1010 y L-1009 con interruptores abiertos.
Reactor de 20 MVAR con interruptor abierto
- SE Juliaca : L-1011 con interruptor abierto

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION DE LA BARRA SEA MENOR O IGUAL A 138 KV (REGULAR CON EL SVC Y LA CH CHARCANI V)	□
03	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL REACTOR DE 20 MVAR (BARRA "B")	IN-4204
04	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006 (BARRA "B")	IN-4110
05	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006 ENERGIZANDO LA LINEA EN SERIE CON EL REACTOR DE AZANGARO	IN-4188
06	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011 (BARRA "B") CON EL FIN DE TENER PERFILES DE TENSION ADECUADOS EN AZANGARO	IN-4112
07	CC-REP	AYAVIRI AZANGARO	REPONER LAS CARGAS DE AYAVIRI Y AZÁNGARO EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
08	CC-REP	JULIACA	VERIFICAR DIFERENCIA DE TENSION INFERIOR A 10 KV, DIFERENCIA ANGULAR INFERIOR A 15 ° C PARA CERRAR EL ANILLO DE PUNO. EN CASO DE NO LOGRARSE ESTAS CONDICIONES INFORMAR AL COORDINADOR	L-1011
09	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO A TRAVES DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE LA L-1011	IN-4138
10	CC-REP	AREA SUR ESTE	INFORMAR AL COORDINADOR QUE EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO SE ENCUENTRA CERRADO	□

▪ Sincronización de la CH San Gabán

Premisas:

CH San Gabán : Grupos bloqueados

SE San Rafael : L-1009 y L-1013 con interruptores abiertos

SE Tintaya : L-1008 en servicio con un flujo no mayor a 70 MW

SE Azángaro : L-1009, L-1013 y L-1010 con interruptores abiertos

Barra "B" 138 kV en servicio.

- Sincronización en la CH San Gabán

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA - PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR CON CC-REP Y CCO-COES LA PUESTA EN SERVICIO DE LA CH SAN GABÁN Y LA ENERGIZACION DE LA L-1009	CH SGB L-1009
03	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	IN-4106
04	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	S/C
05	CC-SGB	SAN RAFAEL	REPONER LA CARGA DE LA MINA MINSUR EN COORDINACION CON EL CLIENTE	□
06	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
07	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
08	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO LA CH SAN GABÁN	CH SGB
09	CC-SGB	SAN GABAN	CONFIRMAR A CCO-COES Y CC-REP QUE LA CH SAN GABAN SE ENCUENTRA EN SERVICIO	CH SGB
10	CC-REP	AZANGARO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	IN-4108
11	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	S/C
12	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH SAN GABAN EN COORDINACION CON EL CCO-COES	CH SGB

Sincronización de la CH San Gabán en la SE Azángaro

Premisas:

CH San Gabán : Grupos girando en vacío a tensión nominal

SE San Rafael : L-1009 y L-1013 con interruptores abiertos

SE Tintaya : L-1008 en servicio con un flujo no mayor a 70 MW

SE Azángaro : L-1009, L-1013 y L-1010 con interruptores abiertos.
Barra "B" de 138 kV en servicio

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA - PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR CON CCO-SEIN LA PUESTA EN SERVICIO DE LA CH SAN GABÁN Y LA ENERGIZACIÓN DE LA LINEA L-1013.	CH SGB L-1013
03	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO UNA PRIMERA UNIDAD DE LA CENTRAL SAN GABÁN.	CH SGB
04	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
05	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
06	CC-SGB	SAN RAFAEL	REPONER LA CARGA DE LA MINA MINSUR EN COORDINACION CON EL CLIENTE	□
07	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	S/C
08	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009 A LA BARRA DESENERGIZADA (BARRA A)	IN-4106
09	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADORES ADYACENTES AL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO 138 KV	SA-4243 SB-4245
10	CC-REP CC-SGB	AZANGARO	VERIFICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE SINCRONIZACION DE LA CH SAN GABAN CON EL SEIN: DIFERENCIA DE TENSIÓN CERCANO A CERO kV, DIFERENCIA DE FRECUENCIA CERCANO A CERO (0 Hz) Y DIFERENCIA ANGULAR CERCANO A CERO GRADOS.	□
11	CC-REP	AZANGARO	SINCRONIZAR LA CH SAN GABÁN CON EL SEIN A TRAVES DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE AZÁNGARO	IN-4114
12	CC-REP	AZANGARO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	IN-4108
13	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	S/C
14	CC-SGB	SAN GABAN	NORMALIZAR LA GENERACION DE LA CH SAN GABAN EN COORDINACION CON CCO-COES	CH SGB

4.4.2 Procedimiento de Maniobras N ° 2.-

Colapso parcial del área Sur Este debido a la desconexión de uno de los corredores mencionados en 4.2.1 (L-1020/L-1008 o L-1011/L-1012/L-2030).

Como consecuencia se produce la desconexión en cascada de las líneas en 138 kV L-1008, L-1005, L-1006, L-1011, L-1012, L-1009, L-1010 y L-1013, así como la desconexión de la línea en 220 kV L-2030. La CH Machupicchu queda en sistema aislado suministrando energía al área Cusco–Abancay. Las líneas en 138 kV L-1001, L-1002, L-1003, L-1004 y L-1007 quedan en servicio. Los grupos de la CH San Gabán pueden quedar bloqueados o girando en vacío a tensión nominal.

En estas condiciones la secuencia a seguir para la recuperación de los suministros es:

- a) Conexión de las líneas L-1020 (Santuario – Callallí) y L-1008 (Callallí – Tintaya). Estas líneas serán energizadas en el sentido Santuario – Callallí – Tintaya. Puesta en servicio de la SE Tintaya y del SVC.
- b) Conexión de las líneas L-1006 (Tintaya - Azángaro), L-1011 (Azángaro – Juliaca) y L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV. Se procede a recuperar los suministros de Azángaro, Juliaca y Puno.
- c) Sincronización de la CH Machupicchu. Debido a que la CH Machupicchu queda en sistema aislado con la carga del área Cusco – Abancay, el sincronismo se realizará en la SE Quencoro a través del interruptor de la L-1005, previamente se energizará esta línea desde la SE Tintaya.
- d) Sincronización de la CH San Gabán y cierre del anillo de 138/220 kV de Puno. Existen dos posibilidades dependiendo si los grupos se han bloqueado o si han quedado girando en vacío a tensión nominal. Si es que los grupos se han bloqueado, la sincronización se realizará en la misma central, previamente se energizará la L-1009 desde la SE Azángaro, se recuperará la carga de San Rafael y luego se procederá a energizar la L-1013 desde la SE San Rafael y sincronizar los grupos con el SEIN. En caso de que los grupos hayan quedado girando en vacío a tensión nominal, se procederá a energizar la L-1013 desde la SE San Gabán y recuperar el suministro de la SE San Rafael, luego se procederá a energizar la L-1009 desde la SE San Rafael y se sincronizará la central con el SEIN en la SE Azángaro. El cierre del anillo de 138/220 kV de Puno se realizará en el lado de 138 kV del autotransformador 220/138 kV de la SE Totorani.

El primer paso para el proceso de recuperación del Sur Este es la energización de la SE Tintaya de la forma descrita en el paso “a)”, luego se puede proceder a realizar en forma simultánea el paso “b)” conexión de las líneas L-1006, L-1011 y L-1012 o continuar con los pasos “c)” energización de la CH Machupicchu y d)” sincronización de la CH San Gabán y cierre del anillo de 138/220 kV de Puno.

▪ **Conexión de la L-1008 (Callallí-Tintaya)**

Premisas:

SE Callallí : L-1008 con interruptor en posición abierto.

L-1020 en servicio

SE Tintaya : L-1008, L-1005 y L-1006 con interruptores en posición abierto.
SVC fuera de servicio.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CCO-COES	COES	EL CNS INICIA LA RECUPERACION DEL AREA SUR ESTE	□
02	CC-REP	CALLALLI TINTAYA	VERIFICAR QUE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS L-1008, L-1005 Y L-1006 SE ENCUENTREN APERTURADOS	□
03	CC-REP	CALLALLI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4120
04	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4190
05	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T44-11 DEL SVC	IN-4196
06	CC-REP	TINTAYA	PONER EN SERVICIO EL SVC	SVC
07	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T43-11 Y RECUPERAR LAS CARGAS DE SULFUROS (BHP BILLITON)	IN-4194
08	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T45-11 Y RECUPERAR LAS CARGAS DE OXIDOS (BHP BILLITON)	IN-4192

▪ **Conexión de las líneas L-1006 (Tintaya – Azángaro), L-1011 (Azángaro – Juliaca) y L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV.**

Premisas:

SE Tintaya : L-1006 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Azángaro : L-1006, L-1010, L-1009 , L-1011 y el reactor de 20 MVAR con interruptores abiertos

SE Juliaca : L-1012 y L-1011 con interruptores abiertos

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION DE LA BARRA SEA MENOR O IGUAL A 138 KV (REGULAR CON EL SVC Y LA CH CHARCANI V)	SVC CH CHARCV
03	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL REACTOR DE 20 MVAR (BARRA "B")	IN-4204
04	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006 (BARRA "B")	IN-4110
05	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006 ENERGIZANDO LA LINEA EN SERIE CON EL REACTOR DE AZANGARO	IN-4188
06	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011 (BARRA "B")	IN-4112
07	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011	IN-4138
08	CC-REP	AYAVIRI JULIACA AZANGARO	REPONER LAS CARGAS DE AYAVIRI, AZANGARO Y JULIACA EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
09	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4140
10	CC-REP	JULIACA	VERIFICAR QUE LA TENSION EN LA BARRA SEA 138 KV, EN CASO CONTRARIO UTILIZAR LA COMPENSACION REACTIVA EXISTENTE EN LA SE JULIACA PARA LOGRAR LA TENSION OBJETIVO	□
11	CC-REP	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4148
12	CC-REP	TOTORANI	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE PUNO EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□

▪ Sincronización de la CH Machupicchu en la SE Quencoro

Premisas:

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto

SE Quencoro : L-1005 con interruptor abierto

CH Machupicchu : En servicio suministrando energía al área Cusco – Abancay

Líneas L-1001, L-1002, L-1003, L-1004 y L-1007 en servicio.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION EN BARRAS SEA 138 KV (REGULAR CON EL SVC Y LA CH CHARCANI V)	SVC CH CHARCV
03	CC-REP	TINTAYA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
04	CC-COES CC-EGM	AREA CUSCO – ABANCAY	VERIFICAR QUE LA DESVIACIÓN DE IVDF DEL SISTEMA AISLADO SEA MENOR A 15 SEGUNDOS CON RESPECTO AL VALOR DE IVDF DEL SEIN	□
05	CC-REP CC-EGM	QUENCORO	VERIFICAR CONDICIONES DE SINCRONISMO PARA CONECTAR EL AREA AISLADA CUSCO-ABANCAY AL SEIN A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE LA L-1005 EN LA SE QUENCORO	□
06	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4156
07	CC-REP	COMBAPATA	REPONER LA CARGA DE COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
08	CC-EGM	MACHUPICCHU	NORMALIZAR LA GENERACIÓN DE LA CH MACHUPICCHU SEGÚN DESPACHO EN COORDINACION CON EL CCO-COES	□

- Sincronización de la CH San Gabán y cierre del anillo 138/220 kV de Puno

Premisas:

CH San Gabán : Grupos bloqueados

SE San Rafael : L-1009 y L-1013 con interruptores abiertos

SE Tintaya : L-1008 en servicio con un flujo no mayor a 70 MW

SE Azángaro : L-1009 y L-1010 con interruptores abiertos

Barra 2 de 138 kV en servicio.

SE Totorani : L-2030 con interruptor abierto

- Sincronización en la CH San Gabán

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA - PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA	□

			CORRECTA	
02	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR CON CC-REP Y CCO-COES LA PUESTA EN SERVICIO DE LA CH SAN GABÁN Y LA ENERGIZACION DE LA L-1009	CH SGB L-1009
03	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	IN-4106
04	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	S/C
05	CC-SGB	SAN RAFAEL	REPONER LA CARGA DE LA MINA MINSUR EN COORDINACION CON EL CLIENTE	□
06	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
07	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
08	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO LA CH SAN GABÁN	CH SGB
09	CC-SGB	SAN GABAN	CONFIRMAR A CCO-COES Y CC-REP QUE LA CH SAN GABAN SE ENCUENTRA EN SERVICIO	CH SGB
10	CC-REP	AZANGARO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	IN-4108
11	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	S/C
12	CC-REP CC-RDS	TOTORANI MOQUEGUA	COORDINAR LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA L-2030 Y EL CIERRE DEL ANILLO 138/220 KV DE PUNO A TRAVÉS DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 KV DE TOTORANI LADO 138 KV	L-2030 AT-1
13	CC-RDS	MOQUEGUA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2428
14	CC-RDS	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2436
15	CCO-COES CC-RDS CC-REP CC-SGB	TOTORANI	CC-RDS VERIFICARÁ DIFERENCIA DE TENSIÓN INFERIOR A 20 KV, DIFERENCIA ANGULAR INFERIOR A 20° PARA CERRAR EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO, EN CASO QUE NO SE CUMPLA LA CONDICIÓN VARIAR LA GENERACIÓN DE LA CH SAN GABÁN.	AT-1
16	CC-RDS	TOTORANI	CIERRE DEL ANILLO DE PUNO A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV.	IN-6174
17	CC-RDS CC-REP	TOTORANI	CONFIRMAR A CCO-COES QUE EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO SE ENCUENTRA CERRADO	□
18	CC-SGB	SAN GABAN	NORMALIZAR LA GENERACION DE LA CH SAN GABAN EN COORDINACION CON CCO-COES	CH SGB

Sincronización de la CH San Gabán en la SE Azángaro

Premisas:

CH San Gabán : Grupos girando en vacío a tensión nominal
 SE San Rafael : L-1009 y L-1013 con interruptores abiertos
 SE Tintaya : L-1008 en servicio con un flujo no mayor a 70 MW
 SE Azángaro : L-1009, L-1013 y L-1010 con interruptores abiertos.
 Barra B de 138 kV en servicio
 SE Totorani : L-2030 con interruptor abierto

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA - PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR CON CCO-COES LA PUESTA EN SERVICIO DE LA CH SAN GABÁN Y LA ENERGIZACIÓN DE LA LINEA L-1013.	CH SGB L-1013
03	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO UNA PRIMERA UNIDAD DE LA CENTRAL SAN GABÁN.	CH SGB
04	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
05	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
06	CC-SGB	SAN RAFAEL	REPONER LA CARGA DE LA MINA MINSUR EN COORDINACION CON EL CLIENTE	□
07	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	S/C
08	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009 A LA BARRA DESENERGIZADA (BARRA A)	IN-4106
09	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADORES ADYACENTES AL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO 138 KV	S-4243 SB-4245
10	CC-REP CC-SGB	AZANGARO	VERIFICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE SINCRONIZACION DE LA CH SAN GABAN CON EL SEIN: DIFERENCIA DE TENSIÓN CERCANO A CERO kV, DIFERENCIA DE FRECUENCIA CERCANO A CERO (0 Hz) Y DIFERENCIA ANGULAR CERCANO A CERO GRADOS.	IN-4114
11	CC-REP	AZANGARO	SINCRONIZAR LA CH SAN GABÁN CON EL SEIN A TRAVES DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE AZÁNGARO	IN-4114
12	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO UNA SEGUNDA	CH SGB

			UNIDAD DE LA CENTRAL SAN GABÁN	
13	CC-REP	AZANGARO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	IN-4108
14	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	S/C
15	CC-RDS	TOTORANI	COORDINAR LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA L-2030, Y EL CIERRE DEL ANILLO 138/220 KV DE PUNO A TRAVÉS DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV	L-2030 AT-1
16	CC-RDS	MOQUEGUA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2428
17	CC-RDS	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2436
18	CCO-COES CC-RDS CC-SGB CC-REP	TOTORANI	CC-RDS VERIFICARÁ DIFERENCIA DE TENSIÓN INFERIOR A 20 KV, DIFERENCIA ANGULAR INFERIOR A 20° PARA CERRAR EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO, EN CASO QUE NO SE CUMPLA LA CONDICIÓN VARIAR LA GENERACIÓN DE LA CH SAN GABÁN.	IN-6174
19	CC-RDS	TOTORANI	CIERRE DEL ANILLO DE PUNO A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV.	IN-6174
20	CC-RDS CC-REP	TOTORANI	CONFIRMAR A CCO-COES QUE EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO SE ENCUENTRA CERRADO	☐
21	CC-SGB	SAN GABAN	NORMALIZAR LA GENERACION DE LA CH SAN GABAN EN COORDINACION CON CCO-COES	CH SGB

4.4.3 Procedimiento de Maniobras N ° 3.-

Se produce el colapso parcial del área Sur Este debido a la desconexión de uno de los corredores mencionados en 4.2.1 (L-1020/L-1008 o L-1011/L-1012/L-2030).

Desconexión en cascada de las líneas en 138 kV L-1008, L-1005, L-1006, L-1011 y L-1012 así como la desconexión de la línea en 220 kV L-2030. La CH Machupicchu queda en sistema aislado suministrando energía al área Cusco–Abancay. Las líneas en 138 kV L-1001, L-1002, L-1003, L-1004 y L-1007 quedan en servicio. Los grupos de la CH San Gabán quedan en servicio en sistema aislado suministrando energía a Azángaro y San Rafael. Las líneas L-1009, L-1010 y L-1013 quedan en servicio.

En estas condiciones la secuencia a seguir para la recuperación de los suministros es:

- a) Conexión de las líneas L-1011 (Azángaro – Juliaca) y L-1012 (Juliaca – Totorani) de 138 kV con el fin de recuperar los suministros de Juliaca y Puno.

- b) Conexión de la línea L-1008 (Callallí – Tintaya). Esta línea será energizada desde la SE Callallí. Inmediatamente se coordinara la puesta en servicio de la SE Tintaya y del SVC.
- c) Sincronización de la CH Machupicchu, la cual queda operando en sistema aislado con la carga del área Cusco – Abancay. El sincronismo se realizará en la SE Quencoro a través del interruptor de la L-1005, previamente se energizará esta línea desde la SE Tintaya.
- d) Sincronización de la CH San Gabán. Debido a que la CH San Gabán queda operando en sistema aislado con las cargas de San Rafael, Azángaro, Juliaca y Puno; el sincronismo se realizará en la SE Azángaro a través del cierre del interruptor de acoplamiento de barras de 138 kV, previamente se energizará la L-1006 desde la SE Tintaya.
- e) Cierre del anillo 138/220 kV de Puno a través del interruptor lado 138 kV del autotransformador 138/220 kV de la SE Totorani. Previamente, debe energizarse la L-2030 desde la SE Moquegua y verificarse que la diferencia angular para realizar el cierre del anillo sea la adecuada.

Dado que la CH San Gabán queda en servicio suministrando energía a las cargas de San Rafael y Azángaro, lo primero que debe hacerse es recuperar las cargas de Juliaca y Puno a través del cierre de las líneas L-1011 y L-1012 en la forma descrita en el paso “a)”, en forma simultánea se puede realizar el paso “b)” conexión de la L-1008. El paso “c)” conexión de la CH Machupicchu debe realizarse luego que se ha culminado el paso “b)”; asimismo, los pasos “d)” y “e)” deben realizarse en forma secuencial, es decir, uno después de otro.

- Conexión de las líneas L-1011 (Azángaro – Juliaca) y L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV.

Premisas:

SE Azángaro : L-1006 , L-1011 y el reactor de 20 MVAR con interruptores abiertos.

L-1009, L-1010 y L-1013 en servicio.

Barra B de 138 kV en servicio.

Seccionadores del acoplamiento de barra 138 kV cerrados

SE Juliaca : L-1012, L-1011 y transformador de 138/60/10 kV con interruptores abiertos.

CH San Gabán : En servicio operando en sistema aislado con las cargas de San Rafael y Azángaro.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP	AREA JULIACA PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	AREA JULIACA PUNO	COORDINAR CON CCO-SEIN Y CC-SGB LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEAS L-1011, L-1012 Y LA REPOSICIÓN DE LAS CARGAS DE JULIACA Y PUNO.	□
03	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL REACTOR DE 20 MVAR A LA BARRA DESENERGIZADA DE LA SE AZANGARO (BARRA A)	IN-4204
04	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011 A LA BARRA DESENERGIZADA DE LA SE AZANGARO (BARRA A)	IN-4112
05	CC-REP	AZANGARO	ENERGIZAR LA LINEA L-1011 Y EL REACTOR DE 20 MVAR A TRAVES DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE LA SE AZANGARO	IN-4114
06	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011	IN-4138
07	CC-REP	JULIACA	REPONER LA CARGA DE JULIACA EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
08	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4140
09	CC-REP	JULIACA	VERIFICAR QUE LA TENSION EN LA BARRA SEA 138 KV, EN CASO CONTRARIO UTILIZAR LA COMPENSACION REACTIVA EXISTENTE EN LA SE JULIACA PARA LOGRAR LA TENSION OBJETIVO	□
10	CC-REP	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4148
11	CC-REP	TOTORANI	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE PUNO EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
12	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADOR DE BARRA B DE LA L-1011	SB-4241
13	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADOR DE BARRA B DEL REACTOR DE 20 MVAR EN AZANGARO	SB-4437
14	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR SECCIONADOR DE BARRA A DE LA L-1011 EN AZANGARO	SA-4239
15	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR SECCIONADOR DE BARRA A DEL REACTOR DE AZANGARO	SA-4435

16	CC-REP CC-SGB	AZANGARO	VERIFICAR QUE LAS LINEAS L-1010, L-1009, L-1011 Y EL REACTOR DE 20 MVAR DE AZANGARO SE ENCUENTREN CONECTADOS A LA BARRA B	□
17	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR EL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS	IN-4114
18	CC-REP	AZANGARO	INFORMAR AL CCO-COES QUE LA BARRA A DE LA SE AZANGARO SE ENCUENTRA FUERA DE SERVICIO	□

▪ **Conexión de la L-1008 (Callallí-Tintaya)**

Premisas:

SE Callallí : L-1008 con interruptor en posición abierto.

L-1020 en servicio

SE Tintaya : L-1008, L-1005 y L-1006 con interruptores en posición abierto.

SVC fuera de servicio.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CCO-COES	COES	EL CNS COORDINARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA L-1008	□
02	CC-REP	CALLALLI TINTAYA	VERIFICAR QUE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS L-1008, L-1005 Y L-1006 SE ENCUENTREN APERTURADOS	□
03	CC-REP	CALLALLI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4120
04	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4190
05	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T44-11 DEL SVC	IN-4196
06	CC-REP	TINTAYA	PONER EN SERVICIO EL SVC	SVC
07	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T43-11 Y RECUPERAR LAS CARGAS DE SULFUROS (BHP BILLITON)	IN-4194
08	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T45-11 Y RECUPERAR LAS CARGAS DE OXIDOS (BHP BILLITON)	IN-4192

▪ **Sincronización de la CH Machupicchu en la SE Quencoro**

Premisas:

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto

SE Quencoro : L-1005 con interruptor abierto

CH Machupicchu : En servicio suministrando energía al área Cusco – Abancay

Líneas L-1001, L-1002, L-1003, L-1004 y L-1007 en servicio.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION EN BARRAS SEA 138 KV (REGULAR CON EL SVC Y LA CH CHARCANI V)	SVC CH CHARCV
03	CC-REP	TINTAYA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
04	CC-COES CC-EGM	AREA CUSCO – ABANCAY	VERIFICAR QUE LA DESVIACIÓN DE IDVF DEL SISTEMA AISLADO SEA MENOR A 15 SEGUNDOS CON RESPECTO AL VALOR DE IDVF DEL SEIN	□
05	CC-REP CC-EGM	QUENCORO	VERIFICAR CONDICIONES DE SINCRONISMO PARA CONECTAR EL AREA AISLADA CUSCO-ABANCAY AL SEIN A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE LA L-1005 EN LA SE QUENCORO	IN-4156
06	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4156
07	CC-REP	COMBAPATA	REPONER LA CARGA DE LA SE COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
08	CC-EGM	MACHUPICCHU	NORMALIZAR LA GENERACIÓN DE LA CH MACHUPICCHU SEGÚN DESPACHO EN COORDINACION CON EL CCO-COES	□

- Conexión de la línea L-1006 (Tintaya – Azángaro) y sincronización de la CH San Gabán II.

Premisas:

SE Tintaya : L-1006 con interruptor abierto

L-1008 en servicio y con un flujo menor a 70 MW

SE Azángaro : Barra B de 138 kV en servicio. Barra A fuera de servicio
L-1006 con interruptor y seccionadores de barra y línea abiertos.

Seccionadores del acoplamiento de barras 138 kV cerrados

L-1010, L-1009, L-1011 y reactor de 20 MVAR en servicio conectados a la barra B

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP	AREA JULIACA PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006	IN-4188
03	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR QUE LA BARRA "A" DE 138 KV SE ENCUENTRE FUERA DE SERVICIO	BARRA A
04	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADOR DE BARRA "A" DE LA L-1006	SA-4233
05	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006	IN-4110
06	CCO-COES CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA PUNO	VERIFICAR QUE LA DESVIACIÓN DE IDVF DEL SISTEMA AISLADO SAN GABÁN SE MANTENGA CON UNA DIFERENCIA MENOR A 15 SEGUNDOS CON RESPECTO AL VALOR DE IVDF DEL SEIN	□
07	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE SINCRONIZACION: DIFERENCIA DE TENSIÓN CERCANA A CERO kV DIFERENCIA ANGULAR CERCANA A CERO GRADOS Y DIFERENCIA DE FRECUENCIA CERCANA A 0.0 (CERO) Hz.	IN-4114
08	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS	IN-4114
09	CC-REP	AYAVIRI	REPONER LA CARGA DE LA SE AYAVIRI EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
10	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADOR DE BARRA B DE LA L-1006	SB-4235
11	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR SECCIONADOR DE BARRA A DE LA L-1006	SA-4233
12	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR QUE TODOS LOS EQUIPOS SE ENCUENTREN CONECTADOS A LA BARRA A	□
13	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR EL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS	IN-4114

- Conexión de la L-2030 (Moquegua – Puno) de 220 kV y cierre del anillo 138/220 kV de Puno

Premisas:

SE Moquegua : L-2030 con interruptor abierto

SE Totorani : L-1012 en servicio

L-2030 con interruptor abierto

La CH San Gabán y la CH Machupicchu conectadas al SEIN a través de la L-1008.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA - PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-RDS	TOTORANI	COORDINAR LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA L-2030, Y EL CIERRE DEL ANILLO 138/220 KV DE PUNO A TRAVÉS DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV	L-2030 AT-1
03	CC-RDS	MOQUEGUA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2428
04	CC-RDS	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2436
05	CCO-COES CC-RDS CC-SGB CC-REP	TOTORANI	CC-RDS VERIFICARÁ DIFERENCIA DE TENSIÓN INFERIOR A 20 KV, DIFERENCIA ANGULAR INFERIOR A 20° PARA CERRAR EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO, EN CASO QUE NO SE CUMPLA LA CONDICIÓN VARIAR LA GENERACIÓN DE LA CH SAN GABÁN.	IN-6174
06	CC-RDS	TOTORANI	CERRAR EL ANILLO DE PUNO A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV.	IN-6174
07	CC-RDS	TOTORANI	CONFIRMAR A CCO-COES QUE EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO SE ENCUENTRA CERRADO	□
08	CC-SGB	SAN GABAN	NORMALIZAR LA GENERACION DE LA CH SAN GABAN EN COORDINACION CON EL CCO-COES	CH SGB

4.4.4 Procedimiento de Maniobras N° 4.-

Colapso parcial del área operativa Sur Este debido a la desconexión del Corredor N° 1 (L-1008/L-1020 : Santuario – Callallí – Tintaya) de 138 kV.

Como consecuencia, se produce el colapso total del área Cusco – Abancay, la CH Machupicchu sale fuera de servicio y se desconectan las líneas L-1001, L-1002, L-1003, L-

1004, L-1005, L-1007, L-1008 y L-1006. La CH San Gabán queda en servicio conectada al SEIN por medio de las líneas L-1010, L-1009, L-1013, L-1011, L-1012 y L-2030.

La normalización de los suministros afectado se realizará de la siguiente manera:

- a) Conexión de las líneas L-1020 y L-1008, estas líneas serán energizadas en el sentido Santuario – Callallí – Tintaya. Luego se procederá a poner en servicio el SVC de Tintaya. Con este primer paso se logra recuperar rápidamente los suministros de Callallí y Tintaya.
- b) Sincronismo de la CH Machupicchu. Existen dos posibilidades dependiendo si los grupos se han bloqueado o si han quedado girando en vacío a tensión nominal. Si los grupos se han bloqueado la sincronización se realizará en la misma central, previamente se energizará la L-1005 desde la SE Tintaya y se procederá a recuperar los suministros del área Cusco – Abancay. En caso los grupos hubiesen quedado girando en vacío a tensión nominal se procederá inmediatamente a energizar las SE Cachimayo, SE Dolorespata y SE Quencoro y recuperar la carga del área Cusco – Abancay, luego se realizará el sincronismo con el SEIN en la SE Quencoro a través del interruptor de la L-1005. La conexión de la línea L-1002 se realizará cuando la generación de la CH Machupicchu sea mayor a 30 MW con el fin de evitar sobretensiones.
- c) Conexión de la línea L-1006 (Tintaya – Callallí) de 138 kV y cierre del anillo 138/220 kV de Puno. El cierre del anillo se hará en la SE Azángaro a través del interruptor de la L-1006, previamente debe verificarse que la diferencia angular sea menor a 20° , si no es así, debe regularse con la generación de la CH San Gabán.

En este caso las maniobras deben realizarse en forma secuencial, es decir, primero el paso “a”, luego el paso “b” y finalmente el paso “c”.

▪ Conexión de la L-1008 (Callallí-Tintaya)

Premisas:

SE Callallí : L-1008 con interruptor en posición abierto.
L-1020 en servicio

SE Tintaya : L-1008, L-1005 y L-1006 con interruptores en posición abierto.
SVC fuera de servicio.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CCO-COES	COES	EL CNS COORDINARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA L-1008	□
02	CC-REP	CALLALLI TINTAYA	VERIFICAR QUE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS L-1008, L-1005 Y L-1006 SE ENCUENTREN APERTURADOS	□
03	CC-REP	CALLALLI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4120
04	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4190
05	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T44-11 DEL SVC	IN-4196
06	CC-REP	TINTAYA	PONER EN SERVICIO EL SVC	SVC
07	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T43-11 Y RECUPERAR LAS CARGAS DE SULFUROS (BHP BILLITON)	IN-4194
08	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR T45-11 Y RECUPERAR LAS CARGAS DE OXIDOS (BHP BILLITON)	IN-4192

- Sincronización de la CH Machupicchu y recuperación de los suministros del área Cusco-Abancay

Premisas:

CH Machupicchu : Grupos Bloqueados

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Quencoro : L-1002, L-1004, L-1005 con interruptores abiertos

SE Dolorespata : L-1004 y L-1003 con interruptores abiertos

SE Cachimayo : L-1003, L-1001 y L-1007 con interruptores abiertos

- Sincronización en la CH Machupicchu

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION DE LA BARRA SEA MENOR O IGUAL A 138.0 kV (REGULAR CON EL SVC Y LA CENTRAL CHARCANI V).	□
03	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
04	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4156

05	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1004	IN-4154
06	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1004	S/C
07	CC-EGM	DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE CUSCO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>
08	CC-REP	QUENCORO DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE QUENCORO Y COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>
09	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
10	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
11	CC-EGM	CACHIMAYO	REPONER LAS CARGAS DE LA SE CACHIMAYO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE Y EL CLIENTE YURA CACHIMAYO	<input type="checkbox"/>
12	CC-REP	CACHIMAYO	VERIFICAR QUE LA TENSION DE LA BARRA SEA EN LO POSIBLE 138.0 kV.	<input type="checkbox"/>
13	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
14	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1001 Y REPONER LAS CARGAS DE AGUAS CALIENTES Y QUILLABAMBA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>
15	CC-EGM	MACHUPICCHU	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO LA CH MACHUPICCHU.	<input type="checkbox"/>
16	CC-EGM	MACHUPICCHU	SINCRONIZAR LA CH MACHUPICCHU. CUANDO ESTA CENTRAL ESTE CON UNA GENERACION MAYOR A 30 MW SE COORDINARÁ LA CONEXIÓN DE LA LÍNEA L-1002 (MACHUPICCHU – QUENCORO)	L-1002
17	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	S/C
18	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	IN-4152
19	CC-EGM	MACHUPICCHU	COORDINAR CON EL CCO-COES EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH MACHUPICCHU	<input type="checkbox"/>
20	CC-REP	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1007 Y REPONER LAS CARGAS DE ABANCAY EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	IN-4118

Sincronización de la CH Machupicchu en la SE Quencoro

Premisas:

CH Machupicchu : Grupos girando en vacío a tensión nominal

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Quencoro : L-1002, L-1004, L-1005 con interruptores abiertos

SE Dolorespata : L-1004 y L-1003 con interruptores abiertos

SE Cachimayo : L-1003, L-1001 y L-1007 con interruptores abiertos

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
03	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
04	CC-EGM	CACHIMAYO	REPONER LAS CARGAS DE LA SE CACHIMAYO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE Y EL CLIENTE YURA CACHIMAYO	□
05	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
06	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
07	CC-EGM	DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE CUSCO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
08	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1004	S/C
09	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1004	IN-4154
10	CC-REP	QUENCORO	REPONER LA CARGA DE QUENCORO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
11	CC-REP	TINTAYA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
12	CC-REP CC-EGM	QUENCORO	VERIFICAR CONDICIONES DE SINCRONISMO PARA CONECTAR EL AREA AISLADA CUSCO-ABANCAY AL SEIN A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE LA L-1005 EN LA SE QUENCORO	L-1005
13	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4156
14	CC-REP	COMBAPATA	REPONER LA CARGA DE COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
15	CC-EGM	MACHUPICCHU	CUANDO LA CH MACHUPICCHU ESTE CON UNA GENERACION MAYOR A 30 MW SE COORDINARÁ LA CONEXIÓN DE LA L-1002	□
16	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	S/C
17	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	IN-4152
18	CC-EGM	MACHUPICCHU	COORDINAR EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH MACHUPICCHU CON EL CCO-COES	□

- Conexión de la L-1006 (Tintaya -Azángaro) y cierre del anillo 138/220 kV de Puno.

Premisas:

SE Tintaya : L-1006 con interruptor abierto

L-1008 en servicio y con un flujo menor a 70 MW

SE Azángaro : Barra B de 138 kV en servicio. Barra A fuera de servicio

L-1006 con interruptor y seccionadores de barra y línea abiertos.

Seccionadores del acoplamiento de barras 138 kV cerrados

L-1010, L-1009, L-1011 y reactor de 20 MVAR en servicio

conectados a la barra B

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP	AREA JULIACA PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006	IN-4188
03	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR QUE LA BARRA "A" DE 138 KV SE ENCUENTRE FUERA DE SERVICIO	BARRA A
04	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADOR DE BARRA "A" DE LA L-1006	SA-4233
05	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006	IN-4110
06	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE SINCRONIZACION: DIFERENCIA DE TENSION CERCANA A CERO kV DIFERENCIA ANGULAR CERCANA A CERO GRADOS Y DIFERENCIA DE FRECUENCIA CERCANA A 0.0 (CERO) Hz.	IN-4114
07	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS	IN-4114
08	CC-REP	AYAVIRI	REPONER LA CARGA DE LA SE AYAVIRI EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
09	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADOR DE BARRA B DE LA L-1006	SB-4235
10	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR SECCIONADOR DE BARRA A DE LA L-1006	SA-4233
11	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR QUE TODOS LOS EQUIPOS SE ENCUENTREN CONECTADOS A LA BARRA A	□

12	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR EL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS	IN-4114
----	--------	----------	---	---------

4.4.5 Procedimiento de Maniobras N ° 5.-

Colapso parcial del área operativa Sur Este debido a la desconexión de uno de los “corredores” mencionados en 4.2.1.

Como consecuencia se produce la operación aislada en forma conjunta de las CCHH Machupicchu y San Gabán suministrando energía a la SE Machupicchu, SE Cachimayo, SE Abancay, SE Dolorespata, SE Quencoro, SE Combapata, SE Tintaya, SE Ayavirí, SE Azángaro y la SE San Rafael. Asimismo, salen fuera de servicio las líneas L-1011 y L-1008. La L-1012 desconecta por sobretensión. La L-2030 queda en servicio suministrando energía a la ciudad de Puno. Debe conectarse el reactor de Azángaro (en caso este fuera de servicio) con el fin de evitar sobretensiones.

Bajo estas condiciones la recuperación del área Sur Este se realizará de la siguiente manera:

- a) Conexión de la L-1012 (Juliaca – Totorani) de 138 kV con el fin de recuperar rápidamente los suministros de la SE Juliaca. La L-1012 se energizará desde la SE Totorani y se conectará en serie con el reactor de 5 MVAR de la SE Juliaca con el fin de controlar las sobretensiones.
- b) Conexión de la L-1008 (Tintaya – Callallí) y sincronización de las CCHH Machupicchu y San Gabán con el SEIN. La sincronización se realizará en la SE Tintaya, previamente, debe verificarse las condiciones de sincronismo adecuadas. Una vez que se hayan sincronizado ambos sistemas se normalizará la generación la CH Machupicchu y la CH San Gabán teniendo en cuenta el flujo por la L-1008.
- c) Conexión de la L-1011 (Juliaca – Totorani) de 138 kV y cierre del anillo 138/220 kV de Puno. El cierre del anillo se realizará en la SE Juliaca a través del cierre del interruptor de la L-1011, previamente debe haberse energizado esta línea desde la SE Azángaro. Antes de cerrar el anillo debe verificarse que la diferencia angular entre la barra 138 kV de la SE Juliaca y el lado línea de la L-1011 en dicha subestación sean adecuados, en caso contrario se regulará con la generación de la CH San Gabán.

Tal como en el anterior procedimiento, en este también se debe proceder en forma secuencial, es decir, primero debe procederse con el paso “a”, luego con el paso “b” y finalmente, con el paso “c”.

▪ **Conexión de la L-1012 (Juliaca-Totorani)**

Premisas:

SE Totorani : En servicio a través de la L-2030 y el auto transformador de 138/220 kV. La L-1012 con interruptor abierto

SE Juliaca : L-1011, L-1012 y celda del transformador 138/60/10 kV con interruptores abiertos

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CCO-COES	AREA JULIACA	EL CNS INICIA LA RECUPERACION DEL AREA SUR ESTE	□
02	CC-REP CC-RDS	TOTORANI JULIACA	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
03	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL REACTOR DE 5 MVAR LADO 10 KV	IN-1402
04	CC-REP	JULIACA	CERRAR LOS INTERRUPTORES DEL TRANSFORMADOR DE 138/60/10 KV	IN-4142 IN-6204
05	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4140
06	CC-REP	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012, ENERGIZANDO EN SERIE LA LINEA CON EL REACTOR DE JULIACA	IN-4148
07	CC-REP	JULIACA	REPONER LAS CARGAS DE LA SE JULIACA EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□

▪ **Conexión de la L-1008 (Callallí-Tintaya)**

Premisas:

SE Callallí : L-1008 con interruptor en posición abierto.

L-1020 en servicio. SVC en servicio.

SE Tintaya : L-1008 con interruptor en posición abierto. SVC fuera de servicio.

CH San Gabán y CH Machupicchu en servicio operando en sistema aislado.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CCO-COES	COES	EL CNS INICIA LAS COORDINACIONES PARA SINCRONIZAR EL SISTEMA AISLADO SUR ESTE AL SEIN	<input type="checkbox"/>
02	CC-REP	CALLALLI TINTAYA	VERIFICAR QUE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS L-1008, L-1005 Y L-1006 SE ENCUENTREN APERTURADOS	<input type="checkbox"/>
03	CC-REP	CALLALLI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008	IN-4120
04	CCO COES CC-REP CC-SGB CC-EGM	AREA SUR ESTE	VERIFICAR QUE LA DESVIACION DE IVDF DEL SISTEMA AISLADO SUR ESTE SE MANTENGA MENOR A 15 SEG CON RESPECTO AL IVDF DEL SEIN	<input type="checkbox"/>
05	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE SINCRONISMO ENTRE EL LADO LINEA Y LADO BARRA: DIFERENCIA DE TENSIÓN MENOR A 10 kV, DIFERENCIA DE FRECUENCIA MENOR A 100 MHZ Y DIFERENCIA ANGULAR MENOR A 15 °C	<input type="checkbox"/>
06	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1008. PARALELO DEL SUR ESTE CON EL SEIN	IN-4190
07	CCO-COES	TINTAYA	NORMALIZAR LA GENERACION DE LA CH MACHUPICCHU Y LA CH SAN GABAN CONSIDERANDO EL FLUJO POR LA L-1008	<input type="checkbox"/>

- Conexión de la L-1011 (Azángaro – Juliaca). Cierre del anillo 138/220 kV de Puno.

Premisas:

SE Tintaya : L-1006, L-1005 y L-1008 en servicio.

SE Azángaro : L-1011 con interruptor abierto. L-1006, L-1009, L-1010 y Reactor de 20 MVAR en servicio.

SE Juliaca : L-1011 con interruptor abierto. L-1012 en servicio.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP	AZANGARO JULIACA TINTAYA	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	<input type="checkbox"/>
02	CC-REP	AZANGARO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1011	IN-4112
03	CC-REP	JULIACA	VERIFICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES	<input type="checkbox"/>

			DE SINCRONISMO ENTRE EL LADO LINEA Y LADO BARRA: DIFERENCIA DE TENSION MENOR A 10 kV, DIFERENCIA DE FRECUENCIA MENOR A 100 MHZ Y DIFERENCIA ANGULAR MENOR A 15 ° C	
04	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO A TRAVES DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE LA L-1011	IN-4138
05	CCO-COES	AREA SUR ESTE	COORDINAR LA NORMALIZACION DE LA GENERACION DE LA CH MACHUPICCHU Y LA CH SAN GABAN	□

4.4.6 Procedimiento de Maniobras N ° 6.-

Desconexión de la L-1005 (Quencoro – Tintaya) de 138 kV. Como consecuencia la CH Machupicchu queda en servicio operando en sistema aislado con las cargas de la SE Machupicchu, SE Cachimayo, SE Dolorespata, y la SE Quencoro. Se pierde la carga de la SE Combapata. El resto del área operativa Sur Este permanece en servicio.

La normalización de los suministros afectados se realizará de la siguiente manera:

- a) Conexión de la L-1005 (Quencoro – Tintaya). La línea L-1005 será energizada desde la SE Tintaya y la sincronización del área aislada Cusco – Abancay con el SEIN se realizará en la SE Quencoro, previamente deben verificarse las condiciones de sincronismo adecuadas.
- b) Reposición de la carga de SE Combapata y normalización de generación de la CH Machupicchu de acuerdo al despacho programado.
 - Sincronización de la CH Machupicchu en la SE Quencoro

Premisas:

CH Machupicchu : Grupos en servicio operando en sistema aislado con la carga del área Cusco – Abancay.

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto.

SE Quencoro : L-1005 con interruptor abierto.

Líneas L-1001, L-1002, L-1003, L-1004 y L-1007 en servicio.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA	□

			CORRECTA	
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION DE BARRA SEA MENOR O IGUAL A 138 KV (REGULAR CON EL SVC Y LA CH CHARCANI V)	SVC CHARCV
03	CC-REP	TINTAYA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
04	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA DESVIACION DE IVDF DEL SISTEMA AISLADO SE MANTENGA MENOR A 15 SEG CON RESPECTO AL IVDF DEL SEIN	□
05	CC-REP	QUENCORO	VERIFICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE SINCRONISMO ENTRE EL LADO LINEA Y LADO BARRA: DIFERENCIA DE TENSION MENOR A 10 kV, DIFERENCIA DE FRECUENCIA MENOR A 100 MHZ Y DIFERENCIA ANGULAR MENOR A 15 ° C	□
06	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005. SINCRONISMO DEL AREA CUSCO ABANCAY CON EL SEIN	IN-4156
07	CC-REP	COMBAPATA	REPONER LA CARGA DE COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
08	CC-EGM	MACHUPICCHU	NORMALIZAR LA GENERACION DE LA MACHUPICCHU SEGUN DESPACHO EN COORDINACION CON EL CCO-COES	□

4.4.7 Procedimiento de Maniobras N ° 7.-

Desconexión de la L-1005 (Quencoro – Tintaya) de 138 kV. Como consecuencia se produce el colapso del área Cusco – Abancay. Desconexión en cascada de las líneas L-1001, L-1002, L-1003, L-1004 y L-1007. Se pierde la carga de la SE Combapata. La CH Machupicchu puede bloquearse o puede quedar girando en vacío a tensión nominal. El resto del área operativa Sur Este permanece en servicio.

En este caso la recuperación del área operativa Cusco – Abancay se realizará de la siguiente manera:

- a) Sincronización de la CH Machupicchu. Como se mencionó anteriormente existen dos posibilidades dependiendo si los grupos se han bloqueado o si han quedado girando en vacío a tensión nominal. Si los grupos se han bloqueado la sincronización se realizará en la misma central, previamente se energizará la L-1005 desde la SE Tintaya y se procederá a recuperar los suministros del área Cusco – Abancay. En caso los grupos hubiesen quedado girando en vacío a tensión

nominal se procederá inmediatamente a energizar las SE Cachimayo, SE Dolorespata y SE Quencoro y recuperar las cargas del área Cusco – Abancay, luego se realizará el sincronismo con el SEIN en la SE Quencoro a través del interruptor de la L-1005. La conexión de la línea L-1002 se realizará cuando la generación de la CH Machupicchu sea mayor a 30 MW con el fin de evitar sobretensiones.

- Sincronización de la CH Machupicchu y recuperación de los suministros del área Cusco-Abancay

Premisas:

CH Machupicchu : Grupos Bloqueados

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Quencoro : L-1002, L-1004, L-1005 con interruptores abiertos

SE Dolorespata : L-1004 y L-1003 con interruptores abiertos

SE Cachimayo : L-1003, L-1001 y L-1007 con interruptores abiertos

- Sincronización en la CH Machupicchu

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION DE LA BARRA SEA MENOR O IGUAL A 138.0 kV (REGULAR CON EL SVC Y LA CENTRAL CHARCANI V).	SVC CHARCV
03	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
04	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4156
05	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1004	IN-4154
06	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1004	S/C
07	CC-EGM	DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE CUSCO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
08	CC-REP	QUENCORO DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE QUENCORO Y COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	□
09	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
10	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
11	CC-EGM	CACHIMAYO	REPONER LAS CARGAS DE LA SE CACHIMAYO EN COORDINACION CON EL	□

			CC-ELSE Y EL CLIENTE YURA CACHIMAYO	
12	CC-REP	CACHIMAYO	VERIFICAR QUE LA TENSIÓN DE LA BARRA SEA EN LO POSIBLE 138.0 kV.	<input type="checkbox"/>
13	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
14	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
15	CC-EGM	MACHUPICCHU	REPONER LAS CARGAS DE AGUAS CALIENTES Y QUILLABAMBA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>
16	CC-EGM	MACHUPICCHU	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO LA CH MACHUPICCHU	<input type="checkbox"/>
17	CC-EGM	MACHUPICCHU	SINCRONIZAR LA CH MACHUPICCHU. CUANDO ESTA CENTRAL ESTE CON UNA GENERACION MAYOR A 30 MW SE COORDINARÁ LA CONEXIÓN DE LA LÍNEA L-1002 (MACHUPICCHU – QUENCORO)	<input type="checkbox"/>
18	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	S/C
19	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	S/C
20	CC-EGM	MACHUPICCHU	COORDINAR CON EL CCO-SEIN EL DESPACHO DE GENERACIÓN DE LA CH MACHUPICCHU	<input type="checkbox"/>
21	CC-REP	CACHIMAYO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1007 Y REPONER CARGAS DE ABANCAY EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>

- Sincronización de la CH Machupicchu en la SE Quencoro

Premisas:

CH Machupicchu : Grupos girando en vacío a tensión nominal

SE Tintaya : L-1005 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Quencoro : L-1002, L-1004, L-1005 con interruptores abiertos

SE Dolorespata : L-1004 y L-1003 con interruptores abiertos

SE Cachimayo : L-1003, L-1001 y L-1007 con interruptores abiertos

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-EGM	AREA CUSCO ABANCAY	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	<input type="checkbox"/>
02	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C
03	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1001	S/C

04	CC-EGM	CACHIMAYO	REPONER LAS CARGAS DE LA SE CACHIMAYO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE Y EL CLIENTE YURA CACHIMAYO	<input type="checkbox"/>
05	CC-EGM	CACHIMAYO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
06	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1003	S/C
07	CC-EGM	DOLORESPATA	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE CUSCO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>
08	CC-EGM	DOLORESPATA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1004	S/C
09	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1004	S/C
10	CC-REP	QUENCORO	REPONER LA CARGA DE QUENCORO EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>
11	CC-REP	TINTAYA	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4186
12	CC-REP CC-EGM	QUENCORO	VERIFICAR CONDICIONES DE SINCRONISMO PARA CONECTAR EL AREA AISLADA CUSCO-ABANCAY AL SEIN A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE LA L-1005 EN LA SE QUENCORO	<input type="checkbox"/>
13	CC-REP	QUENCORO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1005	IN-4156
14	CC-REP	COMBAPATA	REPONER LA CARGA DE COMBAPATA EN COORDINACION CON EL CC-ELSE	<input type="checkbox"/>
15	CC-EGM	MACHUPICCHU	CUANDO LA CH MACHUPICCHU ESTE CON UNA GENERACION MAYOR A 30 MW SE COORDINARÁ LA CONEXIÓN DE LA L-1002	<input type="checkbox"/>
16	CC-EGM	MACHUPICCHU	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	S/C
17	CC-REP	QUENCORO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1002	IN-4152
18	CC-EGM	MACHUPICCHU	NORMALIZAR LA GENERACIÓN DE LA CH MACHUPICCHU SEGÚN DESPACHO EN COORDINACION CON EL CCO-COES	<input type="checkbox"/>

4.4.8 Procedimiento de Maniobras N ° 8.-

Colapso parcial del área operativa Sur Este debido a la desconexión de la L-1006 (Tintaya – Azángaro) de 138 kV.

Como consecuencia se produce la desconexión en cascada de las líneas L-1011, L-1012 , L-2030, L-1009, L-1010 y L-1013. La CH San Gabán sale fuera de servicio. Se interrumpe totalmente la carga de la SE Ayavirí, SE Azángaro, SE Juliaca, SE Totorani y la SE San Rafael. La CH Machupicchu queda en servicio conectada al SEIN a través de la L-1005.

La recuperación del área operativa Sur Este se realizará de la siguiente manera:

- a) Conexión de las líneas de 138 kV L-1006 (Tintaya – Azángaro), L-1011 (Azángaro – Juliaca) y L-1012 (Juliaca – Totorani). La conexión de la L-1006 se realizará en

serie con el reactor de 20 MVAR de Azángaro, luego se conectará la L-1011, energizando esta línea desde la SE Azángaro y a continuación se pondrá en servicio la L-1012. Con estas maniobras se consigue recuperar rápidamente los suministros de Ayavirí, Azángaro, Juliaca y Puno.

- b) Puesta en servicio de la CH San Gabán y cierre del anillo de 138/220 kV de Puno. Existen dos posibilidades dependiendo si los grupos se han bloqueado o si han quedado girando en vacío a tensión nominal. Si es que los grupos se han bloqueado, la sincronización se realizará en la misma central, previamente se energizará la línea L-1009 desde la SE Azángaro, se recuperará la carga de San Rafael y luego se procederá a energizar la L-1013 desde la SE San Rafael y sincronizar los grupos con el SEIN. En caso de que los grupos hayan quedado girando en vacío a tensión nominal, se procederá a energizar la L-1013 desde la SE San Gabán y recuperar el suministro de la SE San Rafael, luego se procederá a energizar la L-1009 desde la SE San Rafael y se sincronizará la central con el SEIN en la SE Azángaro. Finalmente, el cierre del anillo de 138/220 kV de Puno se realizará en el lado de 138 kV del autotransformador 220/138 kV de la SE Totorani.
- Conexión de las líneas L-1006 (Tintaya – Azángaro), L-1011 (Azángaro – Juliaca) y L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV.

Premisas:

SE Tintaya : L-1006 con interruptor abierto. L-1008 en servicio.

SE Azángaro : L-1006, L-1010, L-1009, L-1011 y el reactor de 20 MVAR con interruptores abiertos

SE Juliaca : L-1012 y L-1011 con interruptores abiertos

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	VERIFICAR QUE LA TENSION DE LA BARRA SEA MENOR O IGUAL A 138 KV (REGULAR CON EL SVC Y LA CH CHARCANI V)	□
03	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL REACTOR DE 20 MVAR (BARRA "B")	IN-4204
04	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006	IN-4110

			(BARRA "B")	
05	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006 ENERGIZANDO LA LINEA EN SERIE CON EL REACTOR DE AZANGARO	IN-4188
06	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011 (BARRA "B")	IN-4112
07	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011	IN-4138
08	CC-REP	AYAVIRI JULIACA AZANGARO	REPONER LAS CARGAS DE AYAVIRI, AZÁNGARO Y JULIACA EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
09	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4140
10	CC-REP	JULIACA	VERIFICAR QUE LA TENSION EN LA BARRA SEA 138 KV, EN CASO CONTRARIO UTILIZAR LA COMPENSACION REACTIVA EXISTENTE EN LA SE JULIACA PARA LOGRAR LA TENSION OBJETIVO	□
11	CC-REP	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4148
12	CC-REP	TOTORANI	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE PUNO EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□

- Sincronización de la CH San Gabán y cierre del anillo 138/220 kV de Puno

Premisas:

CH San Gabán : Grupos bloqueados

SE San Rafael : L-1009 y L-1013 con interruptores abiertos

SE Tintaya : L-1008 en servicio con un flujo no mayor a 70 MW

SE Azángaro : L-1009, L-1013 y L-1010 con interruptores abiertos
Barra 2 de 138 kV en servicio.

SE Totorani : L-2030 con interruptor abierto

- Sincronización en la CH San Gabán

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA - PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR CON CC-REP Y CCO-COES LA PUESTA EN SERVICIO DE LA CH SAN GABÁN Y LA ENERGIZACION DE LA L-1009	L-1009 CH SGB
03	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	IN-4106

04	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	S/C
05	CC-SGB	SAN RAFAEL	REPONER LA CARGA DE LA MINA MINSUR EN COORDINACION CON EL CLIENTE	□
06	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
07	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
08	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO LA CH SAN GABÁN	CH SGB
09	CC-SGB	SAN GABAN	CONFIRMAR A CCO-COES Y CC-REP QUE LA CH SAN GABAN SE ENCUENTRA EN SERVICIO	CH SGB
10	CC-REP	AZANGARO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	IN-4108
11	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	S/C
12	CC-REP CC-RDS	TOTORANI MOQUEGUA	COORDINAR LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA L-2030 Y EL CIERRE DEL ANILLO 138/220 KV DE PUNO A TRAVÉS DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 KV DE TOTORANI LADO 138 KV	L-2030 AT-1
13	CC-RDS	MOQUEGUA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2428
14	CC-RDS	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2436
15	CCO-COES CC-RDS CC-REP CC-SGB	TOTORANI	CC-RDS VERIFICARÁ DIFERENCIA DE TENSIÓN INFERIOR A 20 KV, DIFERENCIA ANGULAR INFERIOR A 20° PARA CERRAR EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO, EN CASO QUE NO SE CUMPLA LA CONDICIÓN VARIAR LA GENERACIÓN DE LA CH SAN GABÁN.	AT-1
16	CC-RDS	TOTORANI	CIERRE DEL ANILLO DE PUNO A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV.	IN-6174
17	CC-RDS	TOTORANI	CONFIRMAR A CC-COES QUE EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO SE ENCUENTRA CERRADO	□
18	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH SAN GABAN EN COORDINACION CON EL CCO-COES	□

Sincronización de la CH San Gabán en la SE Azángaro

Premisas:

- CH San Gabán : Grupos girando en vacío a tensión nominal
- SE San Rafael : L-1009 y L-1013 con interruptores abiertos
- SE Tintaya : L-1008 en servicio con un flujo no mayor a 70 MW
- SE Azángaro : L-1009, L-1013 y L-1010 con interruptores abiertos.

Barra 2 de 138 kV en servicio

SE Totorani

: L-2030 con interruptor abierto

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA - PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR CON CCO-COES LA PUESTA EN SERVICIO DE LA CH SAN GABÁN Y LA ENERGIZACIÓN DE LA LINEA L-1013.	CH SGB L-1013
03	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO UNA PRIMERA UNIDAD DE LA CENTRAL SAN GABÁN.	CH SGB
04	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
05	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1013	S/C
06	CC-SGB	SAN RAFAEL	REPONER LA CARGA DE LA MINA MINSUR EN COORDINACION CON EL CLIENTE	□
07	CC-SGB	SAN RAFAEL	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009	S/C
08	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1009 A LA BARRA DESENERGIZADA (BARRA "A")	IN-4106
09	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADORES ADYACENTES AL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO 138 KV	SA-4243 SB-4245
10	CC-REP CC-SGB	AZANGARO	VERIFICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE SINCRONIZACION DE LA CH SAN GABAN CON EL SEIN: DIFERENCIA DE TENSION CERCANO A CERO kV, DIFERENCIA DE FRECUENCIA CERCANO A CERO (0 Hz) Y DIFERENCIA ANGULAR CERCANO A CERO GRADOS.	□
11	CC-REP	AZANGARO	SINCRONIZAR LA CH SAN GABÁN CON EL SEIN A TRAVES DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE AZÁNGARO	IN-4114
12	CC-SGB	SAN GABAN	COMUNICAR A CC-REP Y CCO-COES QUE ENTRARÁ EN SERVICIO UNA SEGUNDA UNIDAD DE LA CENTRAL SAN GABÁN	□
13	CC-REP	AZANGARO	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	IN-4108
14	CC-SGB	SAN GABAN	CERRAR INTERRUPTOR DE LA L-1010	S/C
15	CC-RDS	TOTORANI	COORDINAR LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA L-2030, Y EL CIERRE DEL ANILLO	L-2030 AT-1

			138/220 KV DE PUNO A TRAVÉS DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV	
16	CC-RDS	MOQUEGUA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2428
17	CC-RDS	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2436
18	CCO-COES CC-RDS CC-SGB CC-REP	TOTORANI	CC-RDS VERIFICARÁ DIFERENCIA DE TENSIÓN INFERIOR A 20 KV, DIFERENCIA ANGULAR INFERIOR A 20° PARA CERRAR EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO, EN CASO QUE NO SE CUMPLA LA CONDICIÓN VARIAR LA GENERACIÓN DE LA CH SAN GABÁN.	AT-1
19	CC-RDS	TOTORANI	CIERRE DEL ANILLO DE PUNO A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV.	IN-6174
20	CC-RDS	TOTORANI	CONFIRMAR A CCO-COES QUE EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO SE ENCUENTRA CERRADO	AT-1
21	CC-SGB	SAN GABAN	COORDINAR EL DESPACHO DE CARGA DE LA CH SAN GABAN EN COORDINACION CON EL CCO-COES	□

4.4.9 Procedimiento de Maniobras N° 9.-

Colapso parcial del área operativa Sur Este debido a la desconexión de la L-1006 (Tintaya – Azángaro) de 138 kV.

Se produce la desconexión en cascada de las líneas L-1011, L-1012 y L-2030. La CH San Gabán queda en servicio suministrando energía a la SE San Rafael y la SE Azángaro. Las líneas L-1009, L-1010 y L-1013 quedan en servicio. La CH Machupicchu permanece conectada al SEIN a través de la L-1008.

En estas condiciones la recuperación de los suministros interrumpidos se realizará de la siguiente manera:

- a) Conexión de las líneas de 138 kV L-1011 (Azángaro – Juliaca) y L-1012 (Juliaca – Totorani). La energización de la L-1011 se realizará en serie con el reactor de 20 MVAR de Azángaro, luego se procederá a energizar la L-1012 y recuperar los suministros de Juliaca y Puno.
- b) Energización de la línea de 138 KV L-1006 (Tintaya – Azángaro) y sincronización de la CH San Gabán con el SEIN. La sincronización se realizará en la SE Azángaro a través del interruptor de acoplamiento de barras.

- c) Conexión de la línea de 220 kV L-2030 (Moquegua – Totorani) y cierre del anillo de 138/220 kV de Puno. Antes de realizar el cierre del anillo de Puno debe verificarse que la diferencia angular sea menor a 20 ° C, caso contrario debe regularse con la generación de la CH San Gabán.

Las maniobras descritas en los párrafos anteriores deben realizarse secuencialmente, es decir, primero el paso “a)”, luego el paso “b)” y finalmente el paso “c)”.

- Conexión de las líneas L-1011 (Azángaro – Juliaca) y L-1012 (Juliaca – Puno) de 138 kV.

Premisas:

SE Azángaro : L-1006 , L-1011 y el reactor de 20 MVAR con interruptores abiertos.

L-1009, L-1010 y L-1013 en servicio.

Barra B de 138 kV en servicio.

SE Juliaca : L-1012, L-1011 y transformador de 138/60/10 kV con interruptores abiertos.

CH San Gabán : En servicio operando en sistema aislado con las cargas de San Rafael y Azángaro.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP	AREA JULIACA PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	AREA JULIACA PUNO	COORDINAR CON CCO-SEIN Y CC-SGB LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEAS L-1011, L-1012 Y LA REPOSICIÓN DE LAS CARGAS DE JULIACA Y PUNO.	□
03	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DEL REACTOR DE 20 MVAR A LA BARRA DESENERGIZADA DE LA SE AZANGARO (BARRA A)	IN-4204
04	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011 A LA BARRA DESENERGIZADA DE LA SE AZANGARO (BARRA A)	IN-4112
05	CC-REP	AZANGARO	ENERGIZAR LA LINEA L-1011 Y EL REACTOR DE 20 MVAR A TRAVES DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE LA SE AZANGARO	IN-4114
06	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1011	IN-4138

07	CC-REP	JULIACA	REPONER LA CARGA DE JULIACA EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
08	CC-REP	JULIACA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1012	IN-4140
09	CC-REP	JULIACA	VERIFICAR QUE LA TENSION EN LA BARRA SEA 138 KV, EN CASO CONTRARIO UTILIZAR LA COMPENSACION REACTIVA EXISTENTE EN LA SE JULIACA PARA LOGRAR LA TENSION OBJETIVO	□
10	CC-REP	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPUTOR DE LA L-1012	IN-4148
11	CC-REP	TOTORANI	REPONER LAS CARGAS DE LA CIUDAD DE PUNO EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
12	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADOR DE BARRA B DE LA L-1011	SB-4241
13	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADOR DE BARRA B DEL REACTOR DE 20 MVAR EN AZANGARO	SB-4437
14	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR SECCIONADOR DE BARRA A DE LA L-1011 EN AZANGARO	SA-4239
15	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR SECCIONADOR DE BARRA A DEL REACTOR DE AZANGARO	SA-4435
16	CC-REP CC-SGB	AZANGARO	VERIFICAR QUE LAS LINEAS L-1010, L-1009, L-1011 Y EL REACTOR DE 20 MVAR DE AZANGARO SE ENCUENTREN CONECTADOS A LA BARRA B	□
17	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR EL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS	IN-4114
18	CC-REP	AZANGARO	INFORMAR AL CCO-COES QUE LA BARRA A DE LA SE AZANGARO SE ENCUENTRA FUERA DE SERVICIO	BARRA A

- Conexión de la línea L-1006 (Tintaya – Azángaro) y sincronización de la CH San Gabán II.

Premisas:

SE Tintaya : L-1006 con interruptor abierto

L-1008 en servicio y con un flujo menor a 70 MW

SE Azángaro : Barra B de 138 kV en servicio. Barra A fuera de servicio

L-1006 con interruptor y seccionadores de barra y línea abiertos

Seccionadores del acoplamiento de barras 138 kV cerrados

L-1010, L-1009, L-1011 y reactor de 20 MVAR en servicio conectados a la barra B

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP	AREA JULIACA PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-REP	TINTAYA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006	IN-4188
03	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR QUE LA BARRA A DE 138 KV SE ENCUENTRE FUERA DE SERVICIO	BARRA A
04	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADOR DE BARRA A DE LA L-1006	SA-4233
05	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-1006	IN-4110
06	CCO-COES CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA PUNO	VERIFICAR QUE LA DESVIACIÓN DE IDVF DEL SISTEMA AISLADO SE MANTENGA CON UNA DIFERENCIA MENOR A 15 SEGUNDOS CON RESPECTO AL VALOR DE IVDF DEL SEIN	□
07	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE SINCRONIZACION: DIFERENCIA DE TENSION CERCANA A CERO kV DIFERENCIA ANGULAR CERCANA A CERO GRADOS Y DIFERENCIA DE FRECUENCIA CERCANA A 0.0 (CERO) Hz.	□
08	CC-REP	AZANGARO	CERRAR EL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS	IN-4114
09	CC-REP	AYAVIRI	REPONER LA CARGA DE LA SE AYAVIRI EN COORDINACION CON EL CC-EPU	□
10	CC-REP	AZANGARO	CERRAR SECCIONADOR DE BARRA B DE LA L-1006	SB-4235
11	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR SECCIONADOR DE BARRA A DE LA L-1006	SA-4233
12	CC-REP	AZANGARO	VERIFICAR QUE TODOS LOS EQUIPOS SE ENCUENTREN CONECTADOS A LA BARRA B	BARRA B
13	CC-REP	AZANGARO	APERTURAR EL INTERRUPTOR DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS	IN-4114

- Conexión de la L-2030 (Moquegua – Puno) de 220 kV y cierre del anillo 138/220 kV de Puno

Premisas:

SE Moquegua : L-2030 con interruptor abierto

SE Totorani : L-1012 en servicio

L-2030 con interruptor abierto

La CH San Gabán y la CH Machupicchu conectadas al SEIN a través de la L-1008.

PASO	EMPRESA	SUB ESTACION	□ DESCRIPCION DE LA MANIOBRA	EQUIPO
01	CC-REP CC-SGB	AREA JULIACA - PUNO	VERIFICAR QUE LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DE LAS LINEAS Y EQUIPOS MENCIONADOS EN LAS PREMISAS SEA LA CORRECTA	□
02	CC-RDS	TOTORANI	COORDINAR LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA L-2030, Y EL CIERRE DEL ANILLO 138/220 KV DE PUNO A TRAVÉS DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV	L-2030 AT-1
03	CC-RDS	MOQUEGUA	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2428
04	CC-RDS	TOTORANI	CERRAR EL INTERRUPTOR DE LA L-2030	IN-2436
05	CCO-COES CC-RDS CC-SGB CC-REP	TOTORANI	CC-RDS VERIFICARÁ DIFERENCIA DE TENSIÓN INFERIOR A 20 KV, DIFERENCIA ANGULAR INFERIOR A 20° PARA CERRAR EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO, EN CASO QUE NO SE CUMPLA LA CONDICIÓN VARIAR LA GENERACIÓN DE LA CH SAN GABÁN.	IN-6174
06	CC-RDS	TOTORANI	CIERRE DEL ANILLO DE PUNO A TRAVÉS DEL CIERRE DEL INTERRUPTOR DEL AUTOTRANSFORMADOR 220/138/10.5 kV DE TOTORANI LADO 138 KV.	IN-6174
07	CC-RDS	TOTORANI	CONFIRMAR A CCO-COES QUE EL ANILLO 138/220 KV DE PUNO SE ENCUENTRA CERRADO	□
08	CC-SGB	SAN GABAN	NORMALIZAR LA GENERACION DE LA CH SAN GABAN EN COORDINACION CON CCO-COES	□

CONCLUSIONES

- 1 El hecho de que se disponga de un plan de contingencias ante colapsos parciales o totales del área Sur Este, debidamente actualizado, permitirá agilizar las coordinaciones entre las empresas involucradas y el Coordinador Nacional del Sistema con el fin de restaurar el sistema al estado normal y atenuar el impacto negativo debido a la pérdida de suministros.
- 2 El plan de contingencias propuesto permitirá disminuir los tiempos de interrupción de suministros del área afectada, asimismo, dado que ha sido validado con un programa de flujo de carga (Dig Silent), permite asegurar que la secuencia de energización de los equipos involucrados es correcta, ya que no se producirán sobre tensiones que puedan afectar la vida útil de los equipos, utilizándose en forma óptima el equipamiento disponible actualmente.
- 3 Debe realizarse un estudio integral con el fin de determinar la magnitud y las barras donde debe instalarse compensación reactiva inductiva en el área Sur (posiblemente en las barras de Quencoro y Moquegua), esto con el fin de evitar sobre tensiones al momento de energizarse la línea L-1005 (Tintaya – Quencoro) desde la SE Tintaya y la línea L-2030 (Moquegua – Puno) desde Moquegua.
- 4 Los problemas de oscilaciones electromecánicas ínter área se presentan con una frecuencia de oscilación que varía entre 0.5 a 0.7 Hz. Este tipo de oscilaciones no son problema de una central o grupo de centrales si no es un asunto que involucra a todas las centrales eléctricas del sistema ya que resultan de un problema compartido de acoplamientos electromecánicos entre todas las máquinas debido a las características técnicas de sus equipos así como de las redes de transmisión que las interconectan, por lo que se debería realizar un estudio integral para determinar las capacidades máximas de transmisión de los diferentes enlaces del SEIN así como las señales estabilizantes a ser implementadas en las diferentes centrales del sistema con el fin de amortiguar este tipo de oscilaciones.

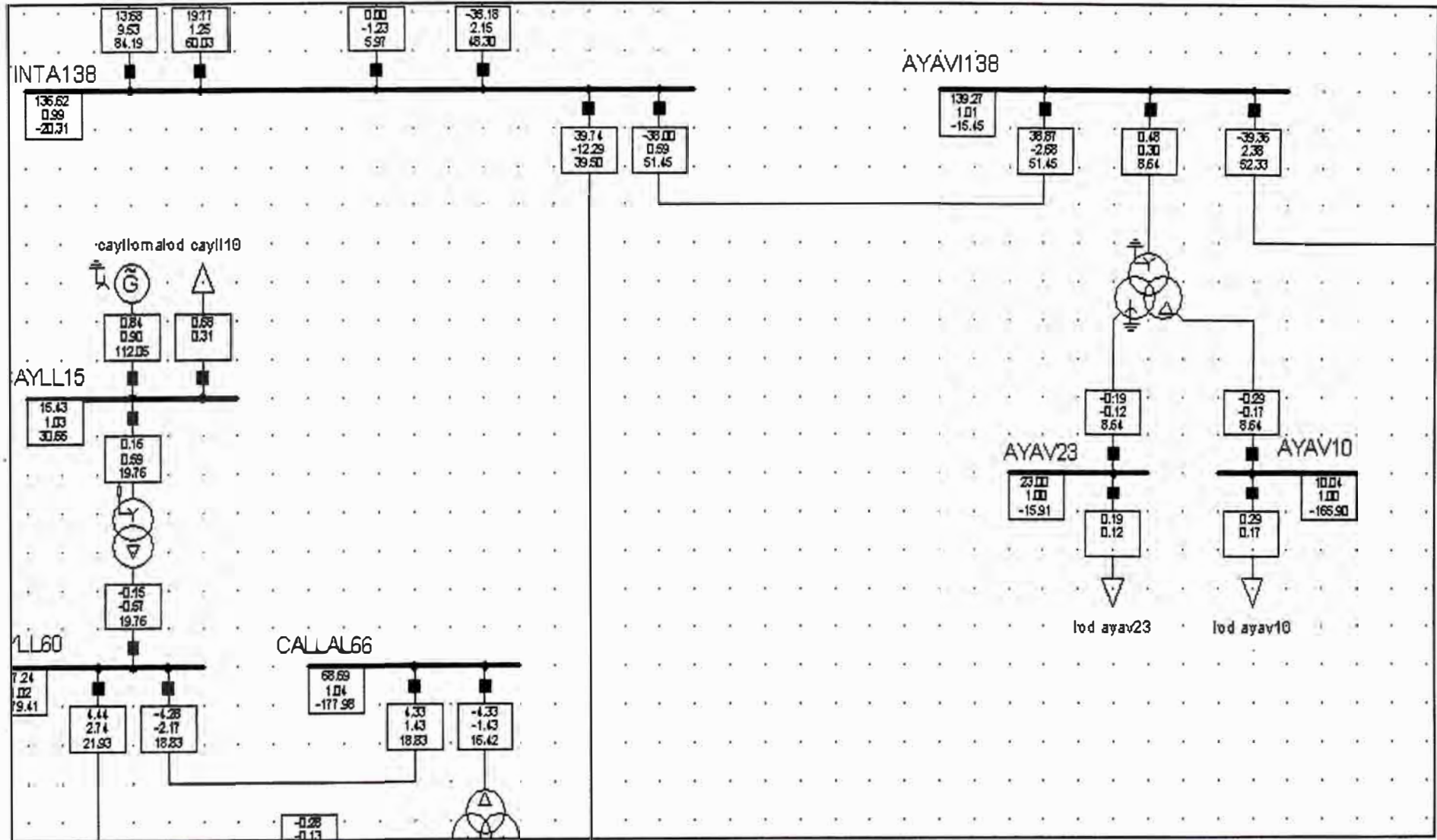
- 5 La implementación en las centrales de San Gabán y Machupicchu de estabilizadores que procesan una señal proporcional a la integral de potencia acelerante mejoraron la respuesta de estas centrales ante las oscilaciones inter área mencionadas, cabe resaltar que antes de implementarse estos estabilizadores dichas centrales solo tenían habilitados los canales que procesan la señal de potencia eléctrica, los cuales solo amortiguaban las oscilaciones locales producidas en la central o próximas cuya frecuencia es mas alta que las de las oscilaciones inter área.
- 6 Otra de las causas por las cuales ante una falla transitoria en el sistema de transmisión del área Sur Este se producía el colapso parcial o total del área es atribuible al deficiente programa de mantenimiento de las instalaciones a cargo de la empresa concesionaria (ETESUR), cabe resaltar que luego de la entrega en concesión de esta empresa al sector privado, se tomaron una serie de medidas de mantenimiento preventivo que permitieron disminuir la tasa de salida por falla de estas líneas, una de las acciones que se tomaron fue la de aumentar uno o mas discos a las cadenas de aisladores en las zonas en las que se había presentado con mayor frecuencia este problema, asimismo, se mejoraron los sistemas de protección lo que incidió en menores tiempos de despeje de fallas y en una correcta actuación de los sistemas de protección.

ANEXO A

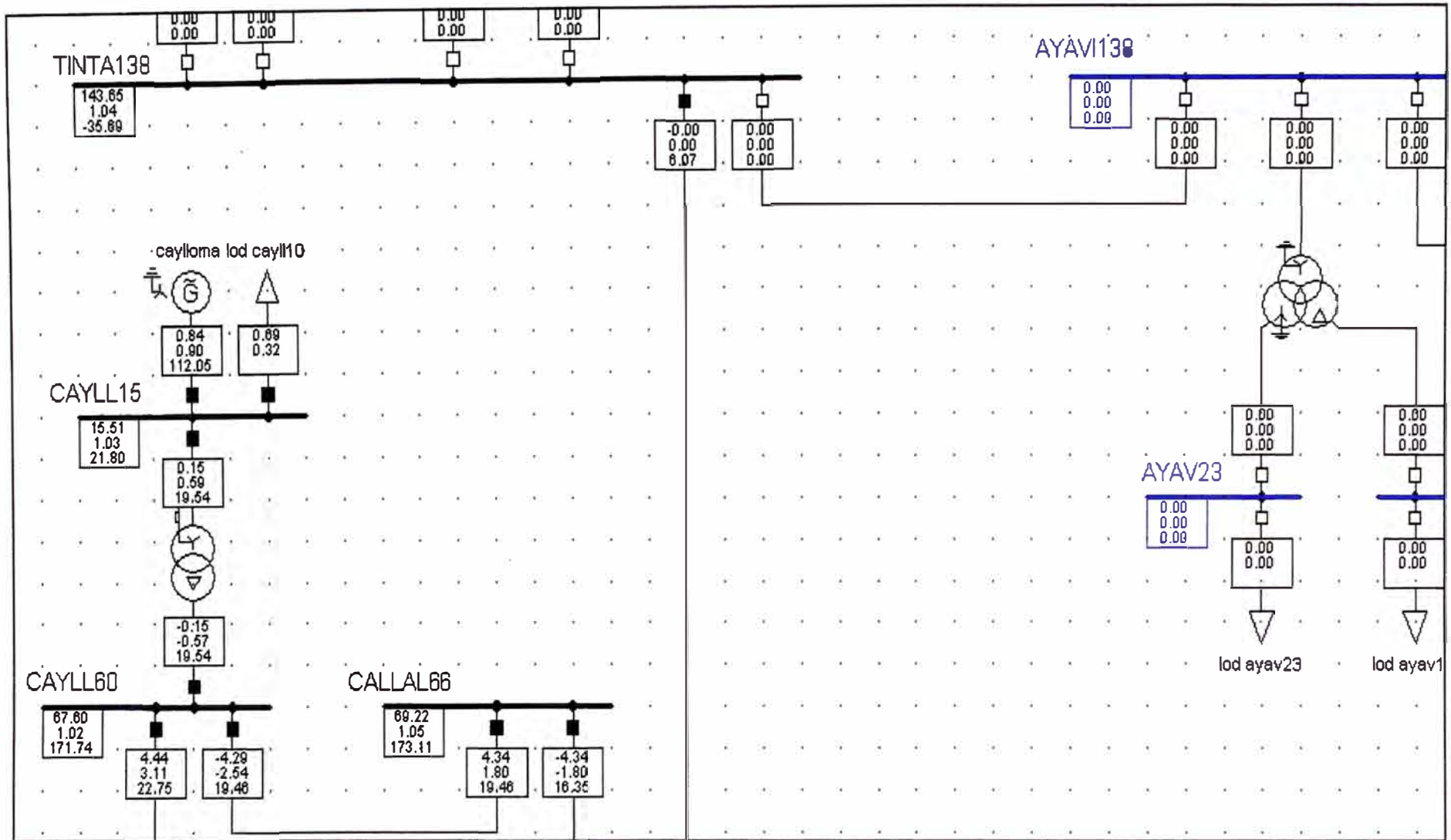
**FLUJOS DE POTENCIA EN ESTADO ESTACIONARIO PARA LAS
DIFERENTES CONFIGURACIONES TOPOLOGICAS A LAS QUE
EVOLUCIONA EL SISTEMA LUEGO DE UNA FALLA EN LA RED DE
TRANSMISION**

ESCENARIO N° 1.- CON LA L-2030 FUERA DE SERVICIO

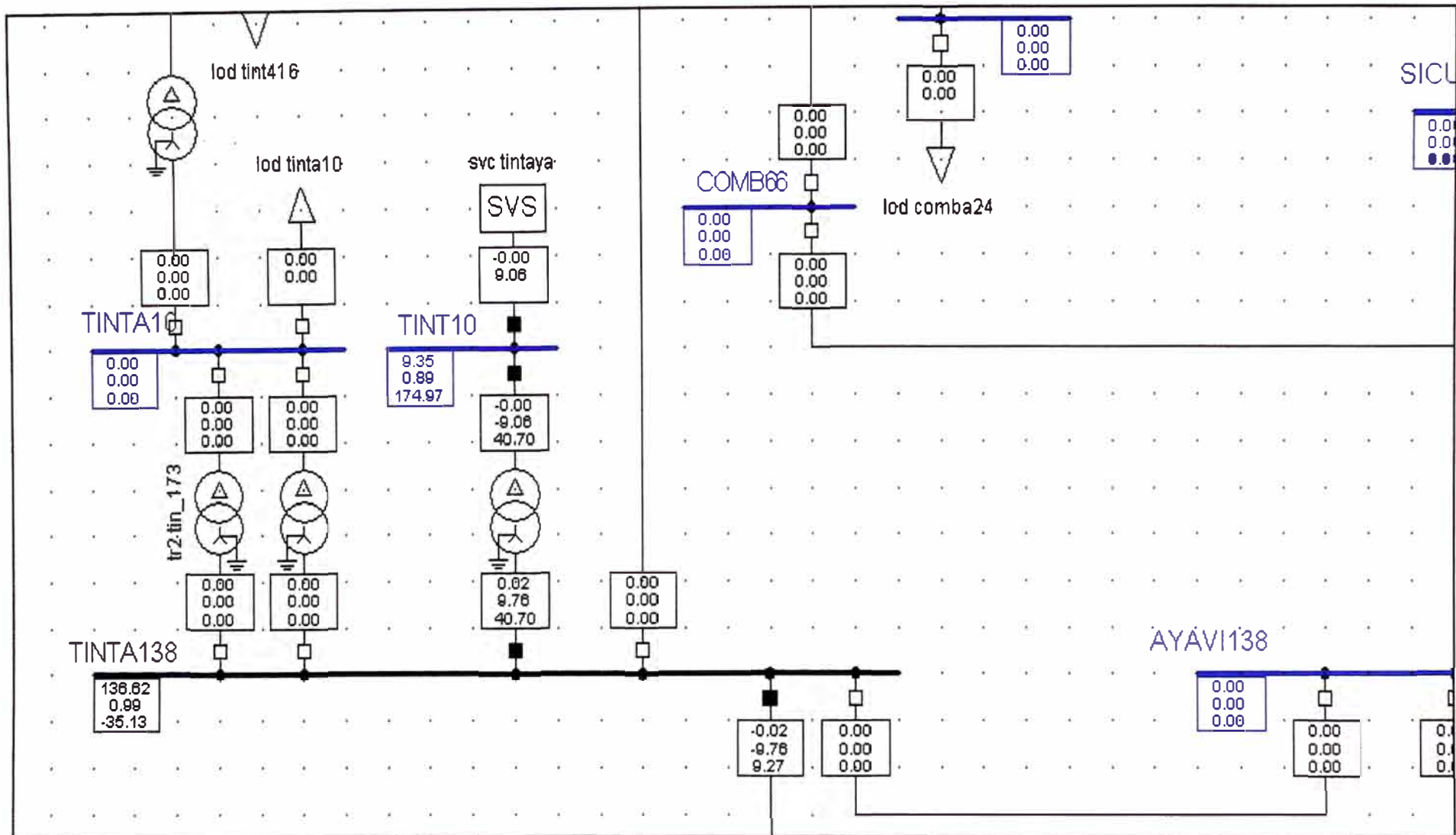
FLUJO N° 1.- CONDICIONES INICIALES DEL SISTEMA



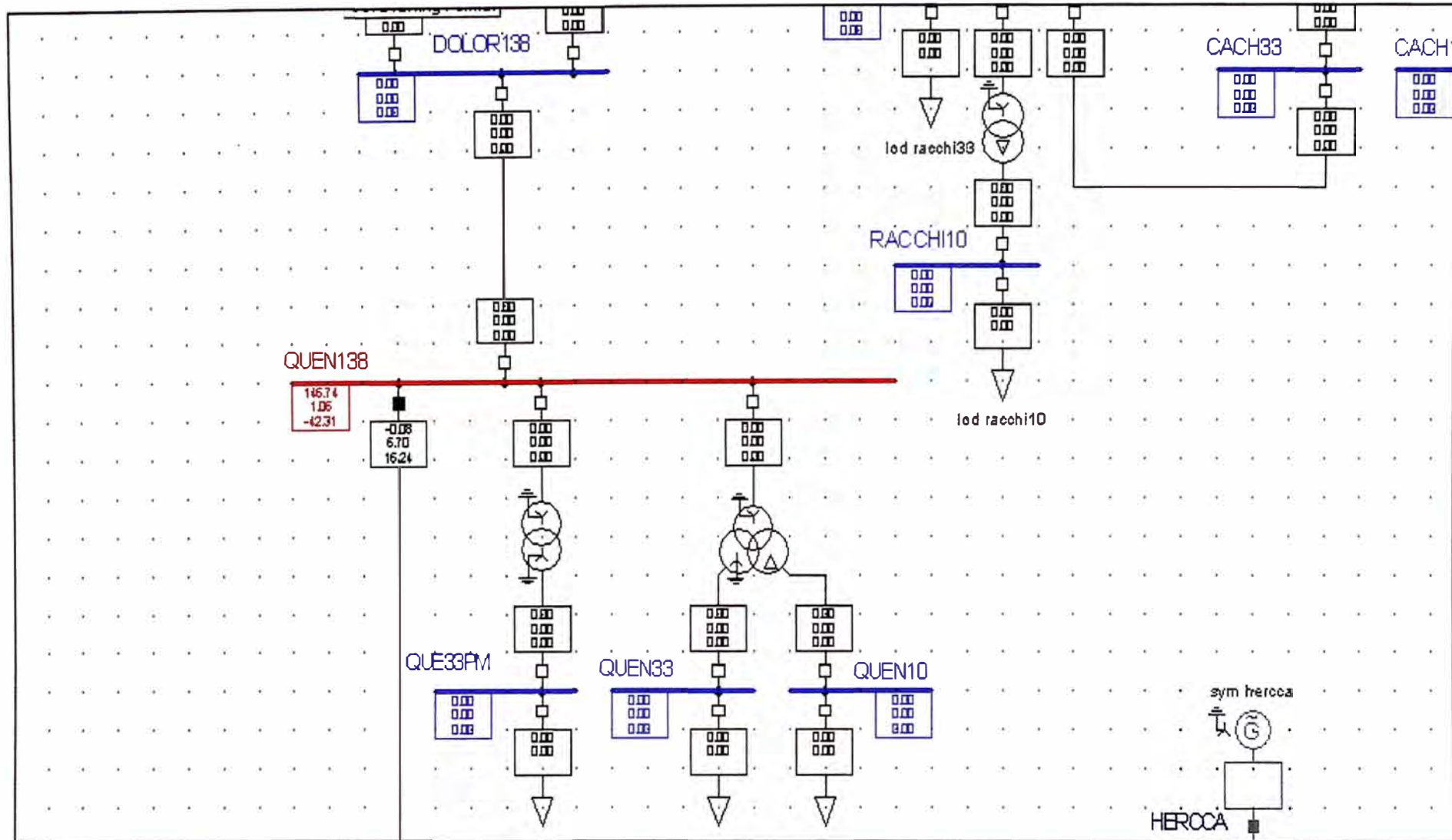
FLUJO N° 2.- ENERGIZACION DE LA L-1008 DESDE LA SE CALLALI



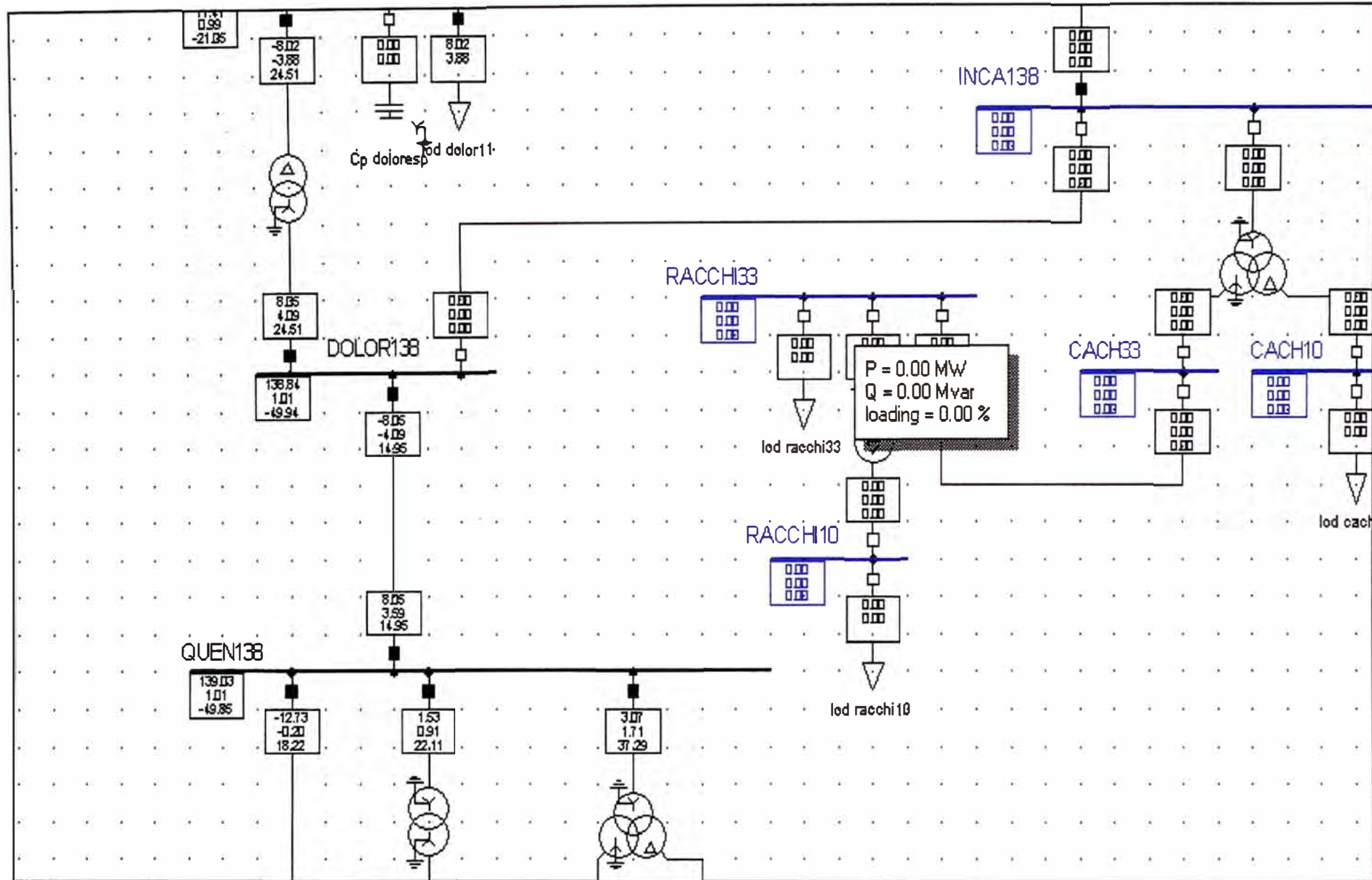
FLUJO N° 3.- PUESTA EN SERVICIO DEL SVC DE TINTAYA



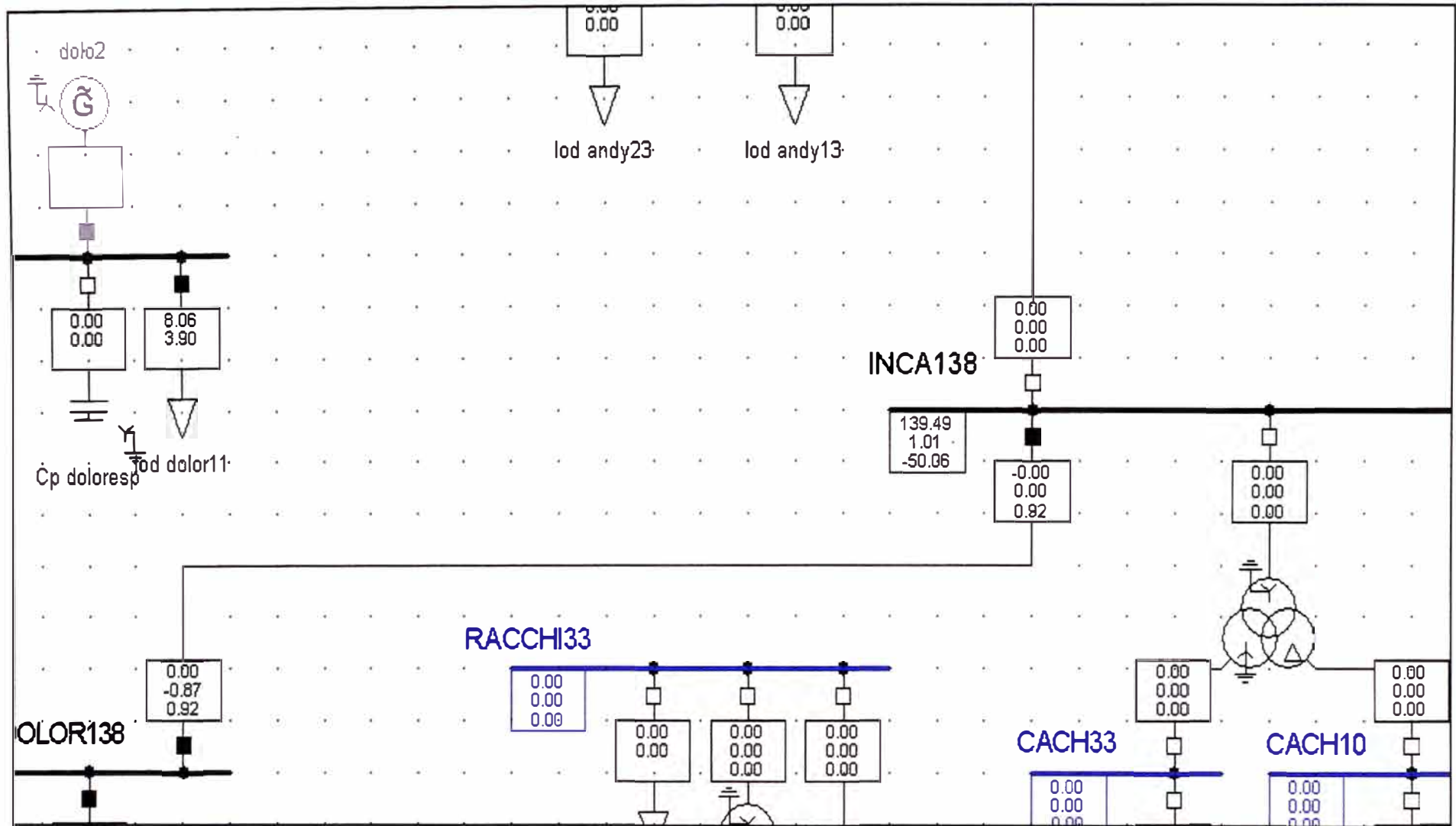
FLUJO N° 4.- ENERGIZACION DE LA L-1005 (SINCRONIZACION EN LA CH MACHUPICCHU)



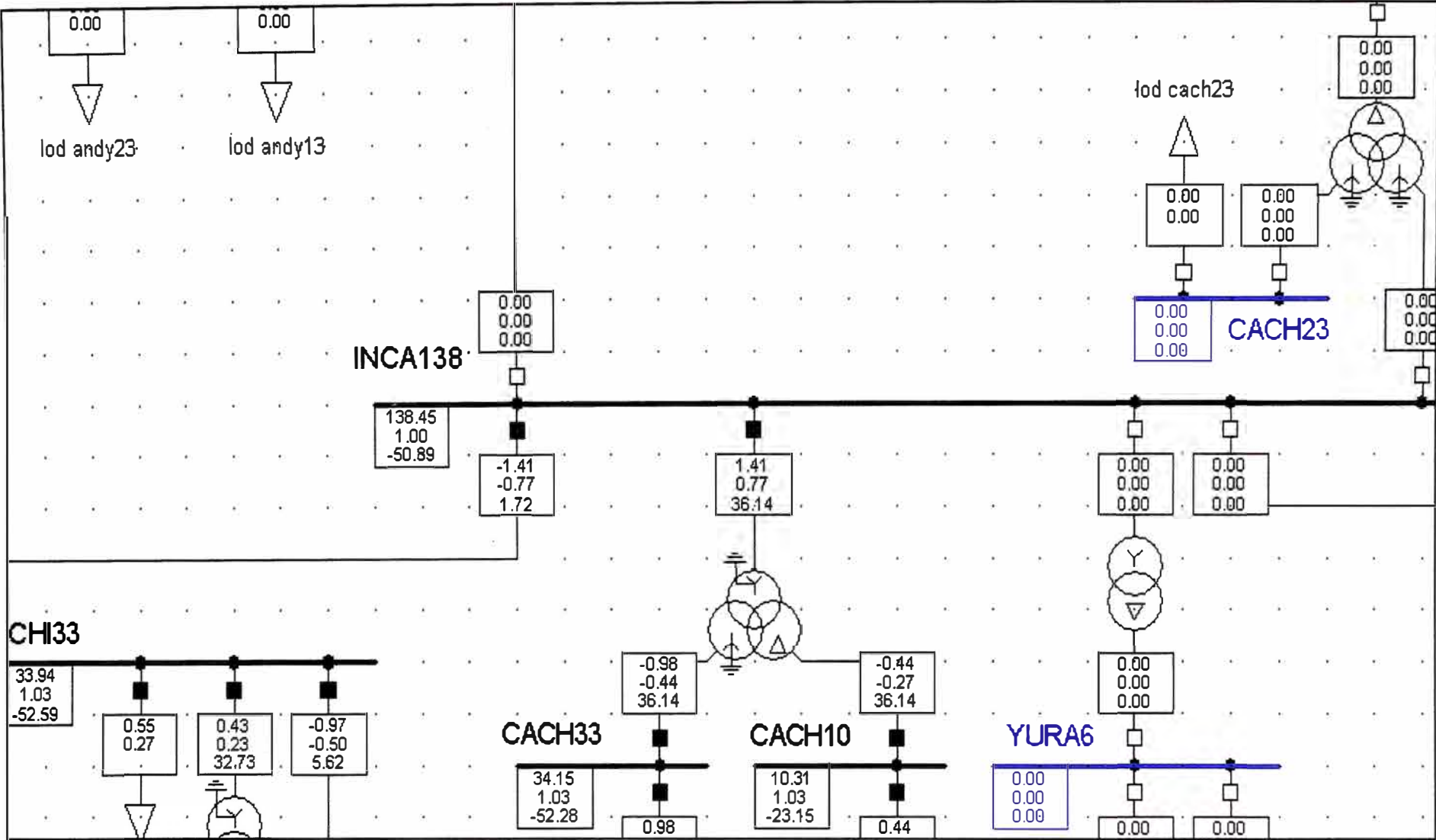
FLUJO N° 4.2.- TOMA DE CARGA GRADUAL DE LA SE DOLORESPATA Y QUENCORO



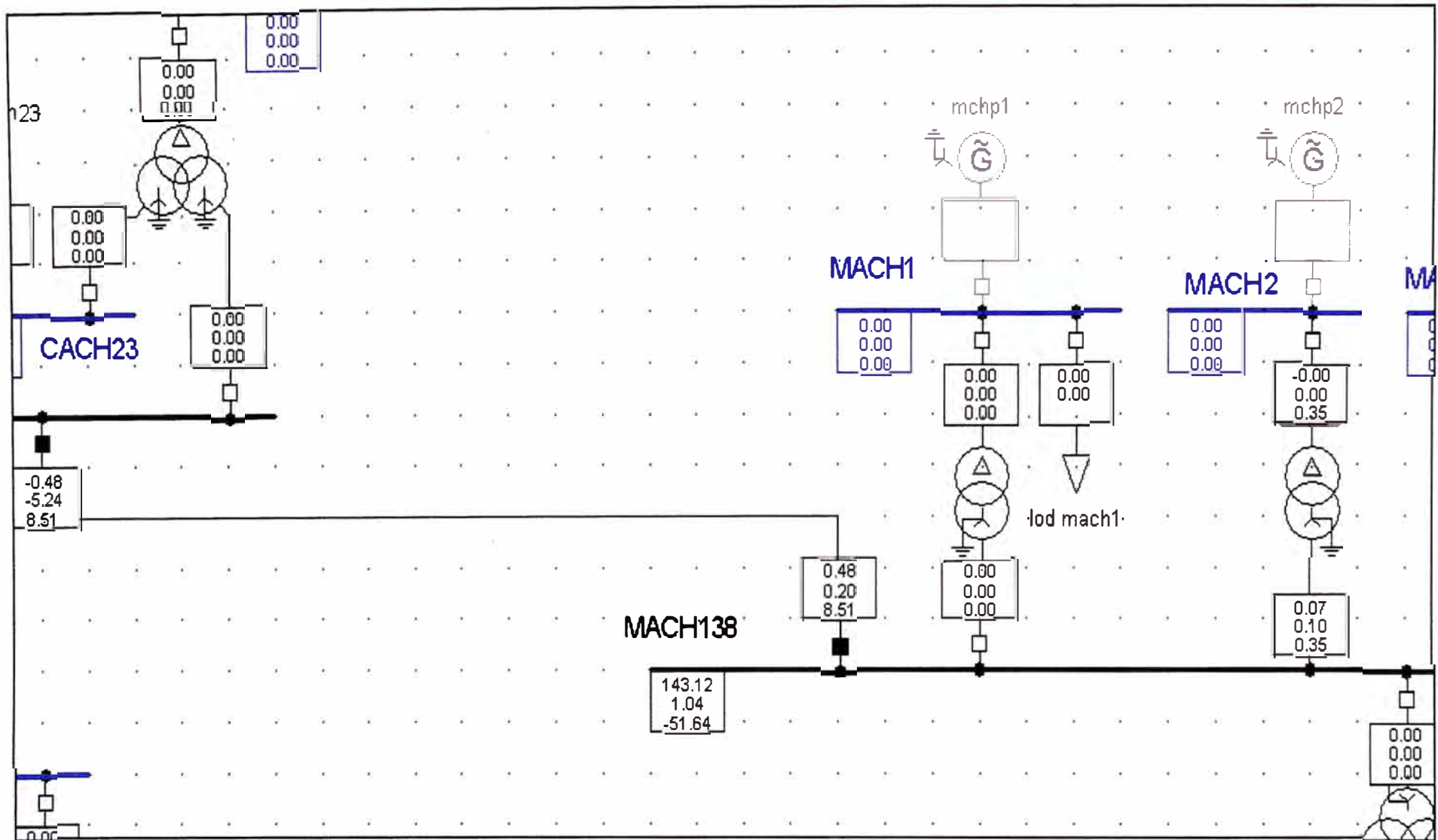
FLUJO N° 4.3.- ENERGIZACION DE LA L-1003



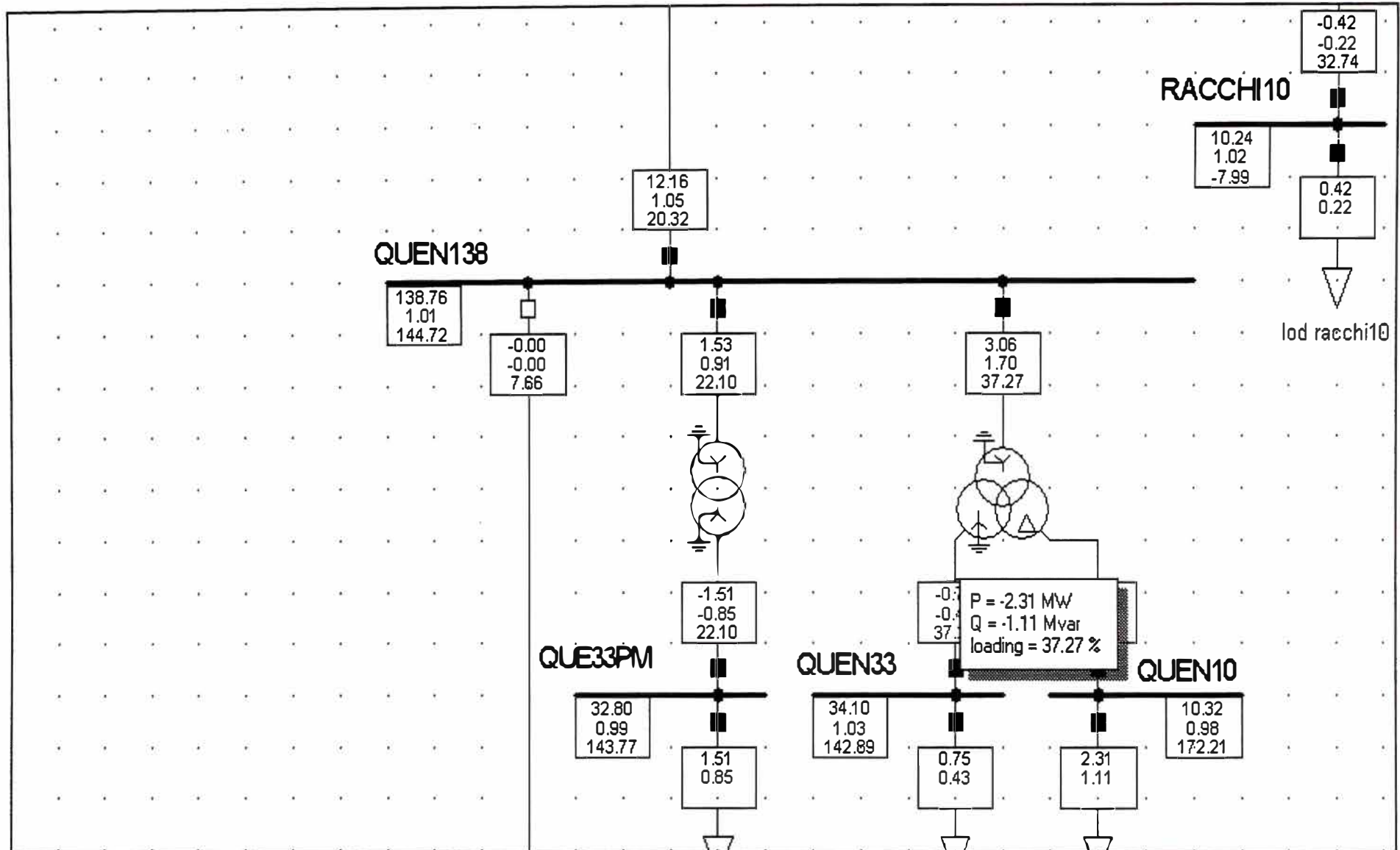
FLUJO N° 4.4.- TOMA DE CARGA GRADUAL EN LA SE CACHIMAYO



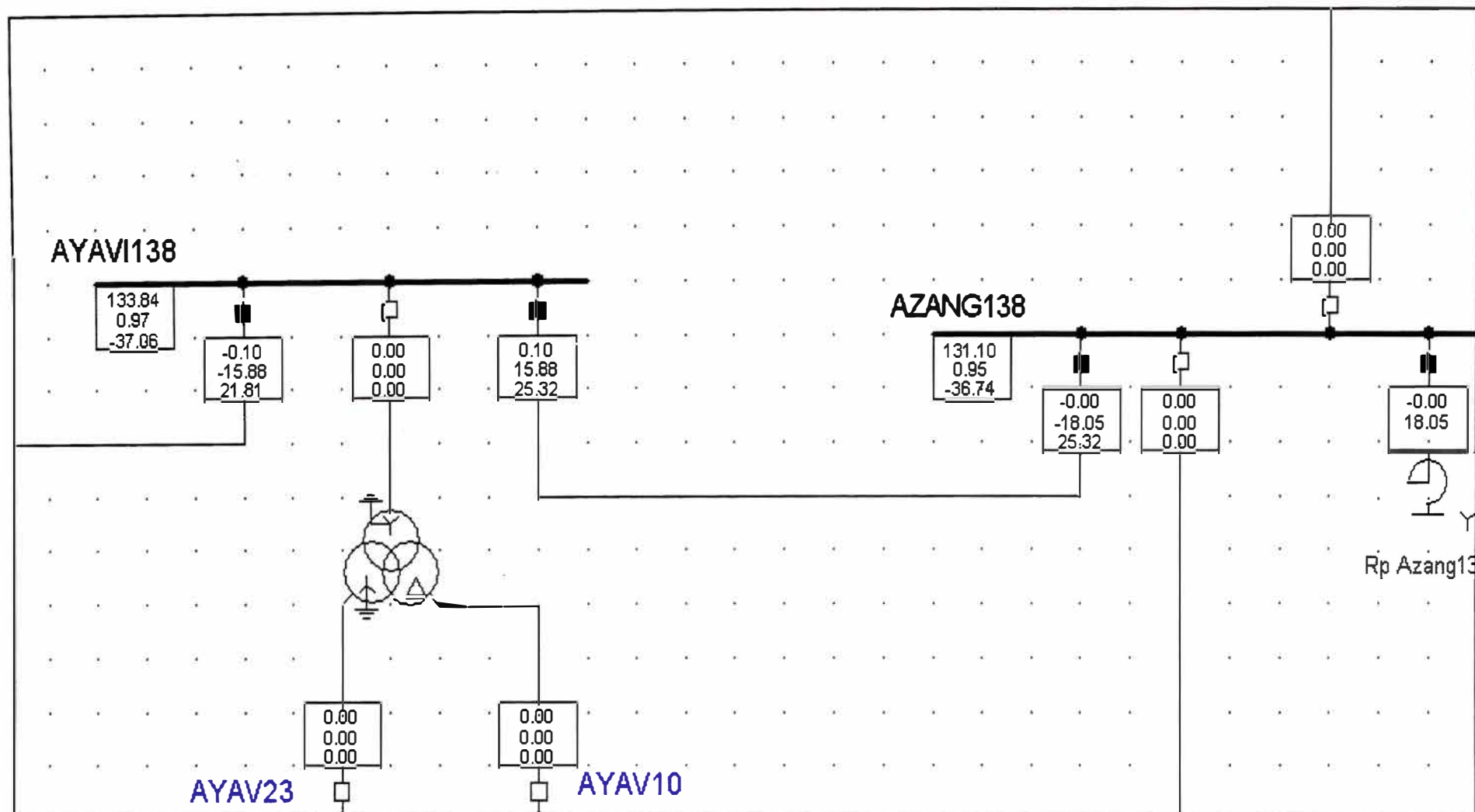
FLUJO N° 4.5.- ENERGIZACION DE LA L-1001



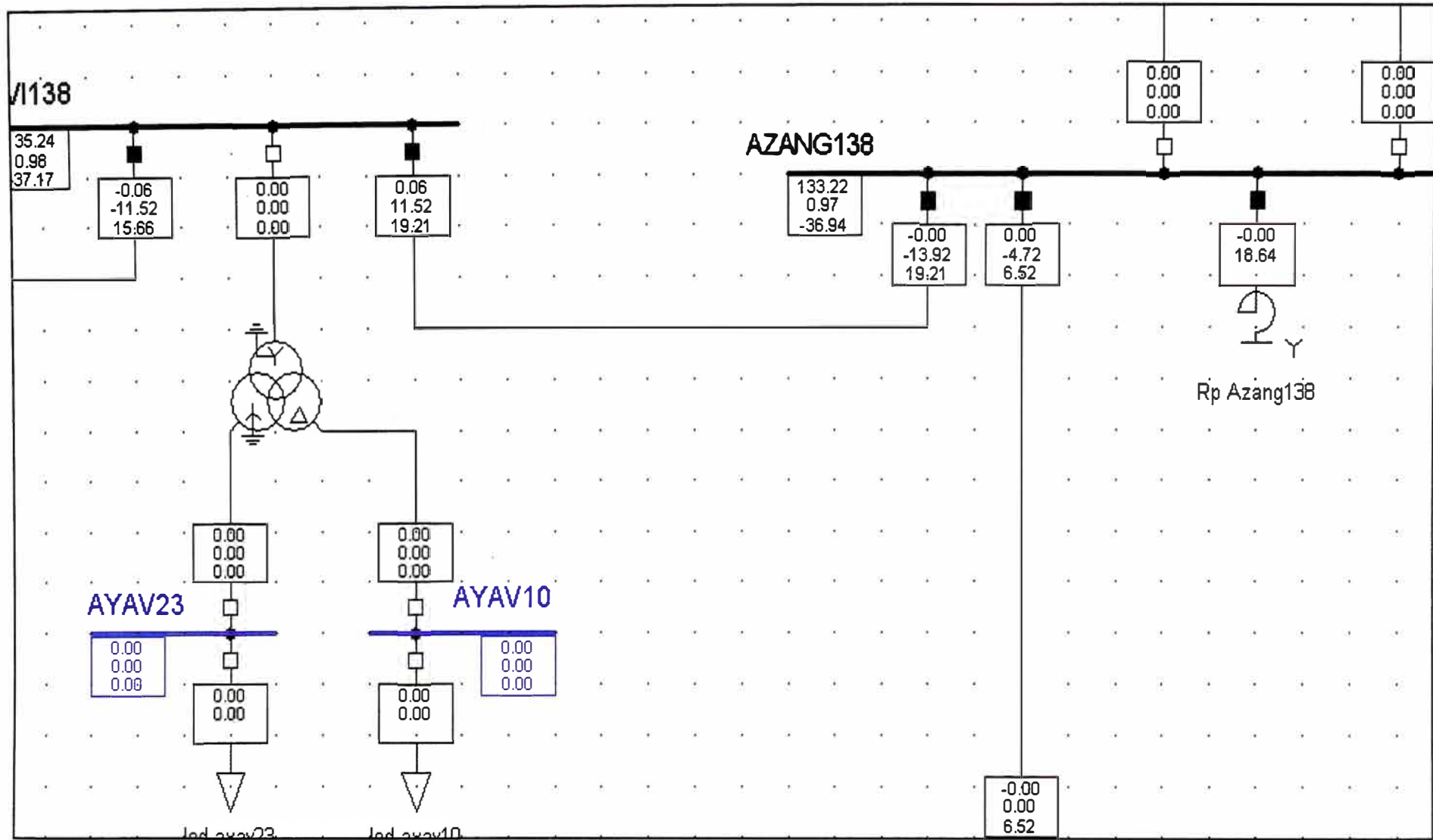
FLUJO N° 5.- SINCRONIZACION DE LA L-1005 EN LA SE QUENCORO (MACHUPICCHU OPERA EN SISTEMA AISLADO)



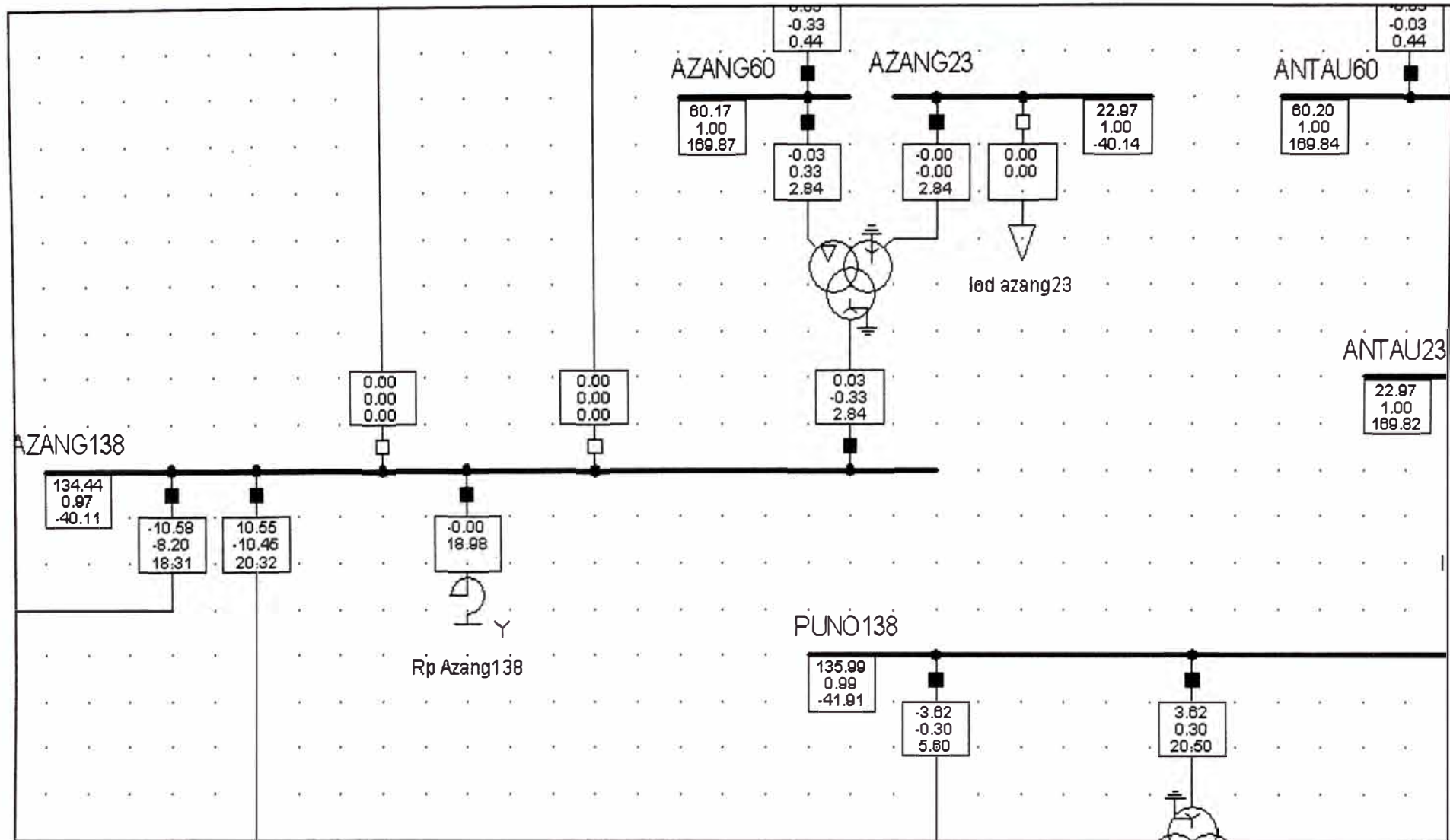
FLUJO N° 6.- ENERGIZACION DE LA L-1006 EN SERIE CON EL REACTOR DE AZANGARO



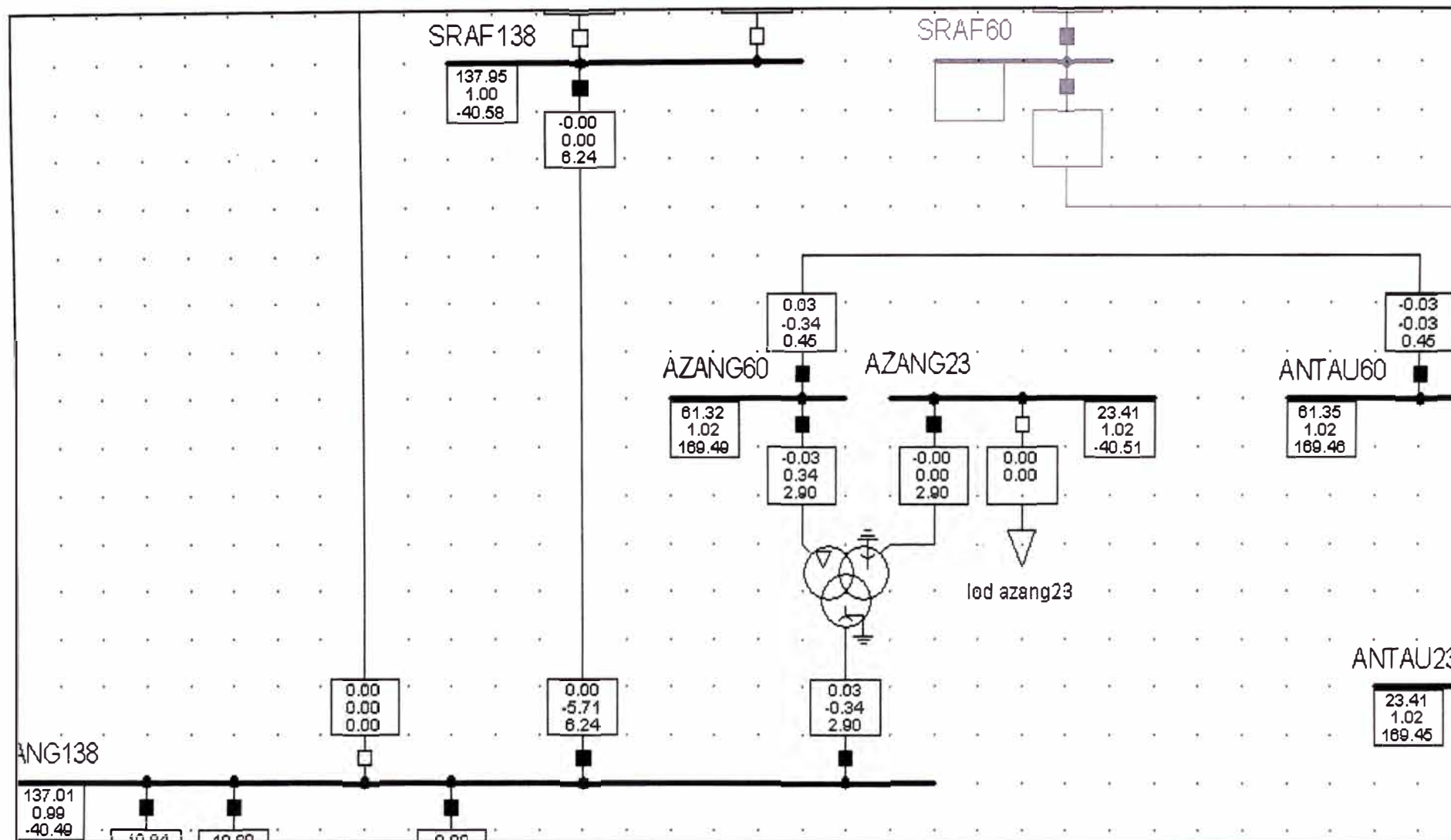
FLUJO N° 7.- ENERGIZACION DE LA L-1011



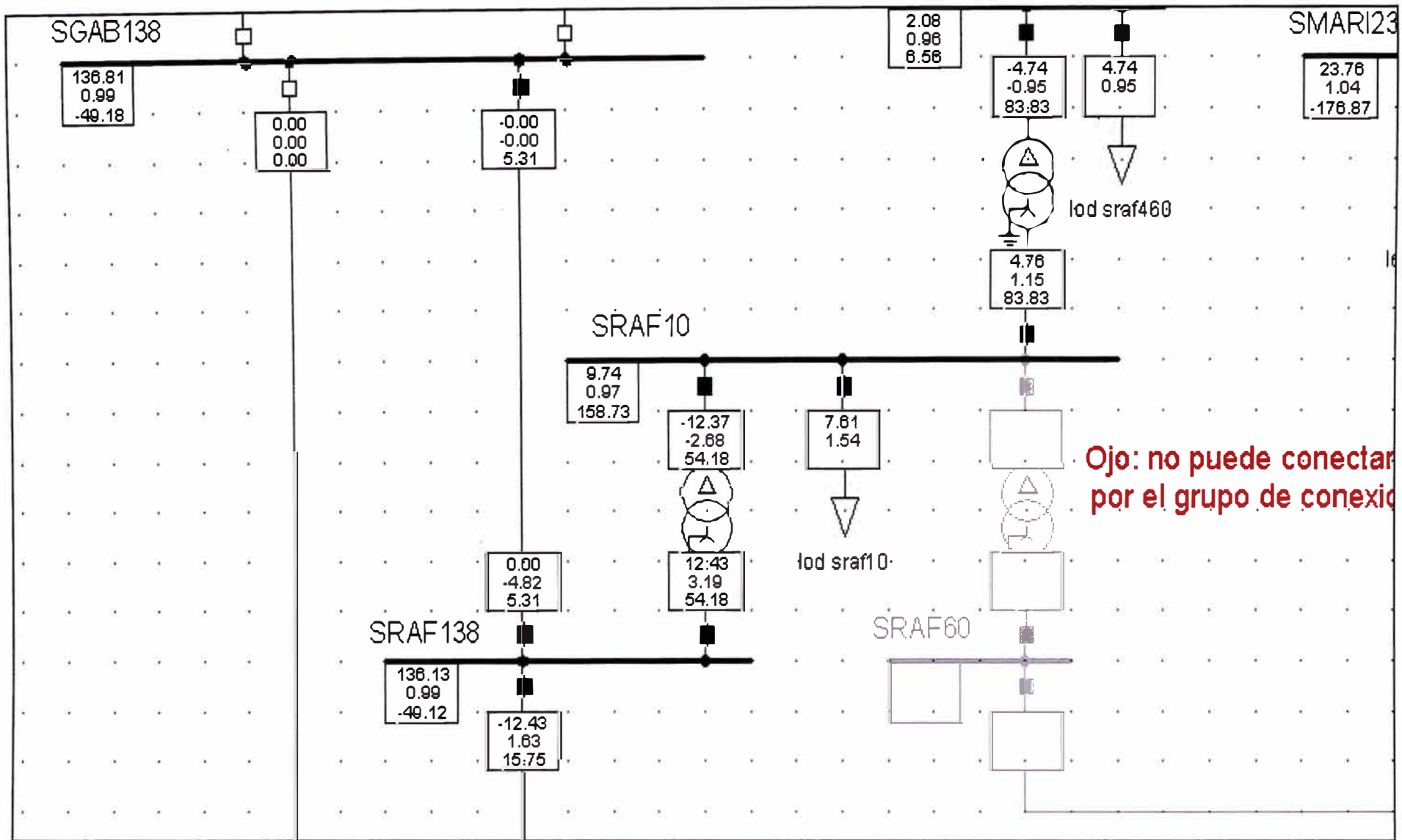
FLUJO N° 8.- PUESTA EN SERVICIO DE LA SE JULIACA Y PUNO



FLUJO N° 9.- ENERGIZACION DE LA L-1009 (SINCRONIZACION EN LA CH SAN GABAN)

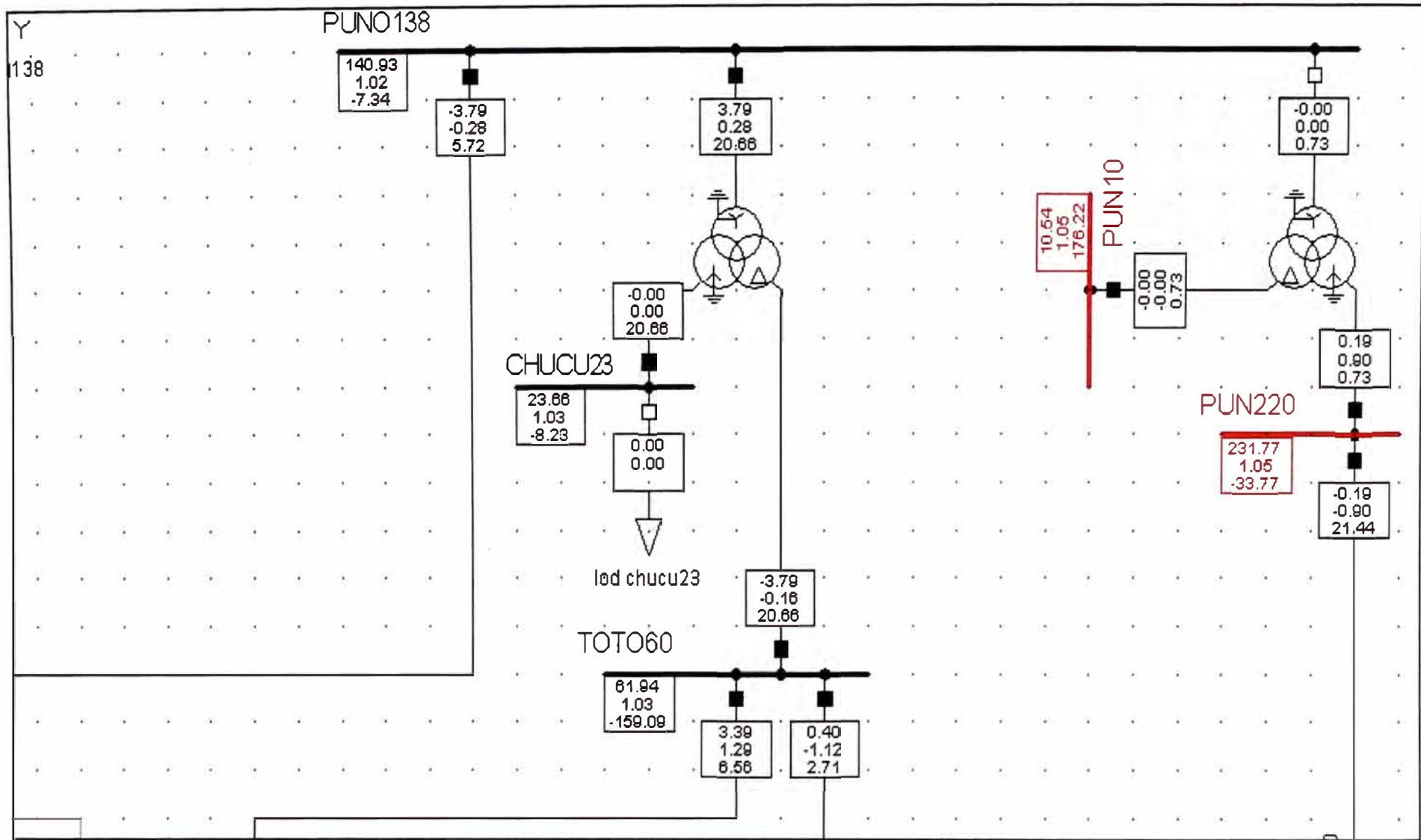


FLUJO N° 10.- ENERGIZACION DE LA L-1013 Y TOMA DE CARGA GRADUAL DE MINSUR

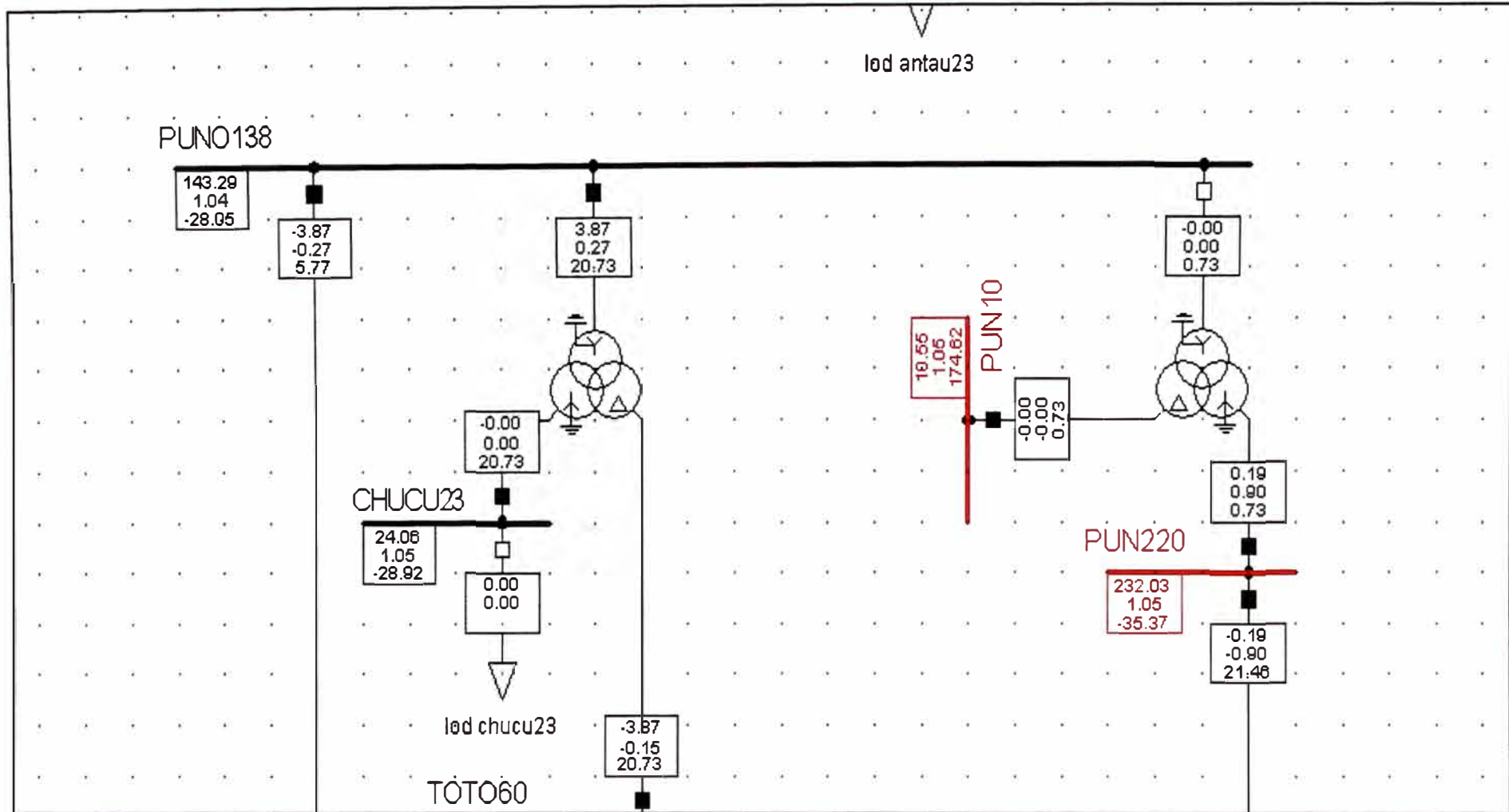


Ojo: no puede conectar por el grupo de conexi

FLUJO N° 11.- ENERGIZACION DE LA L-2030 DESDE LA SE MOQUEGUA (OBSERVESE LA DIFERENCIA ANGULAR)

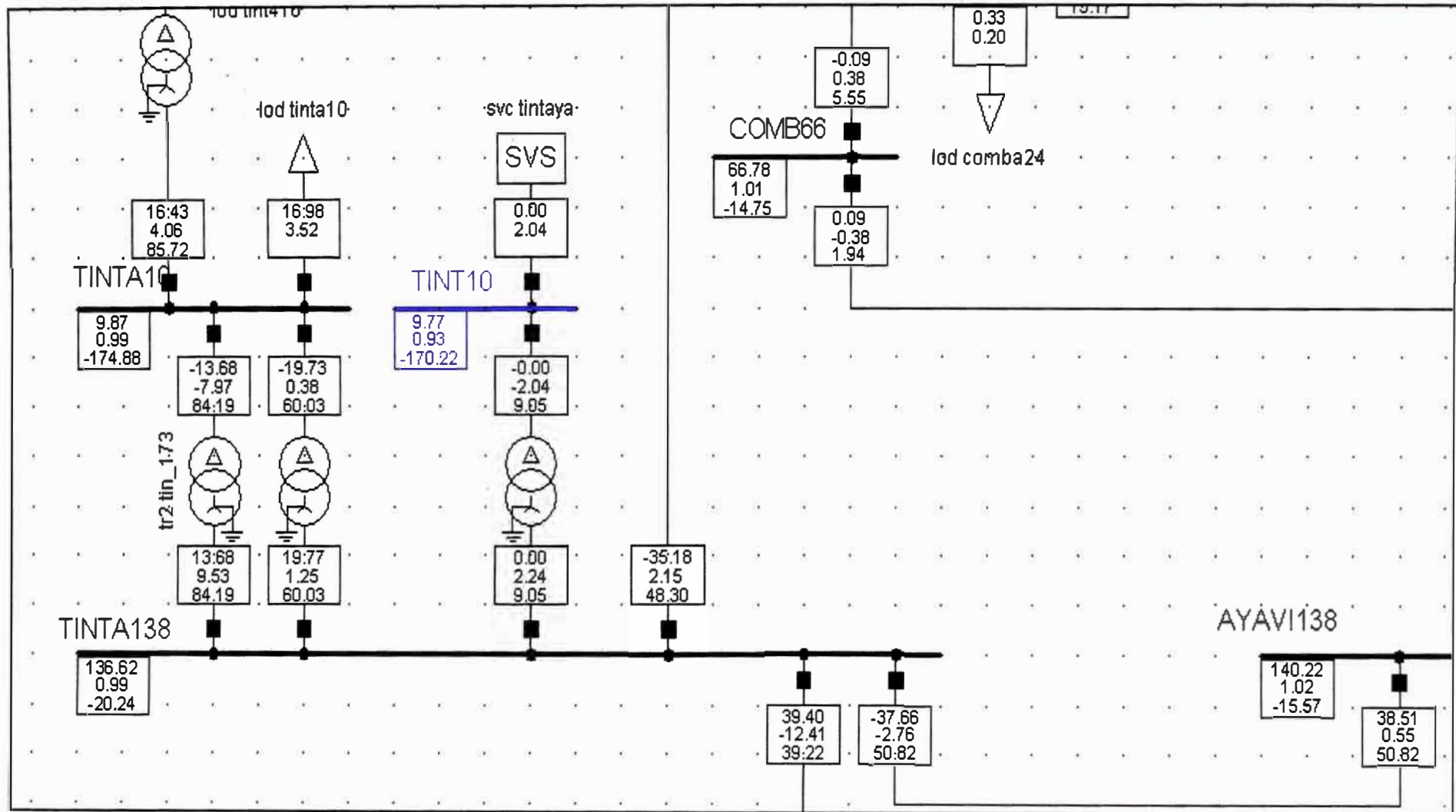


FLUJO N° 12.- DISMINUCION DE LA DIFERENCIA ANGULAR AL VARIAR LA CARGA DE LA CH SAN GABAN Y MACHUPICCHU

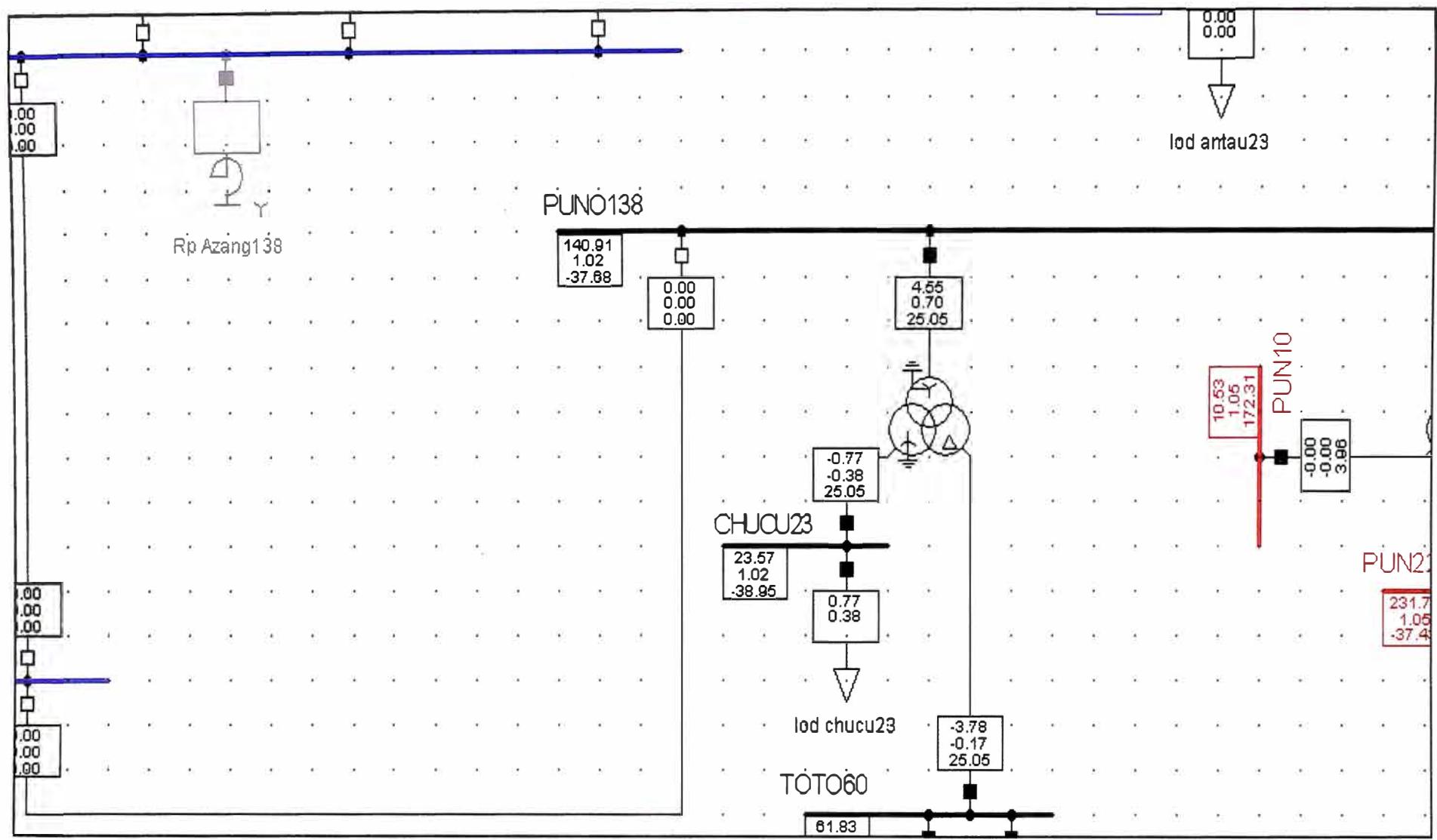


ESCENARIO N ° 2.- CON LA L-2030 EN SERVICIO

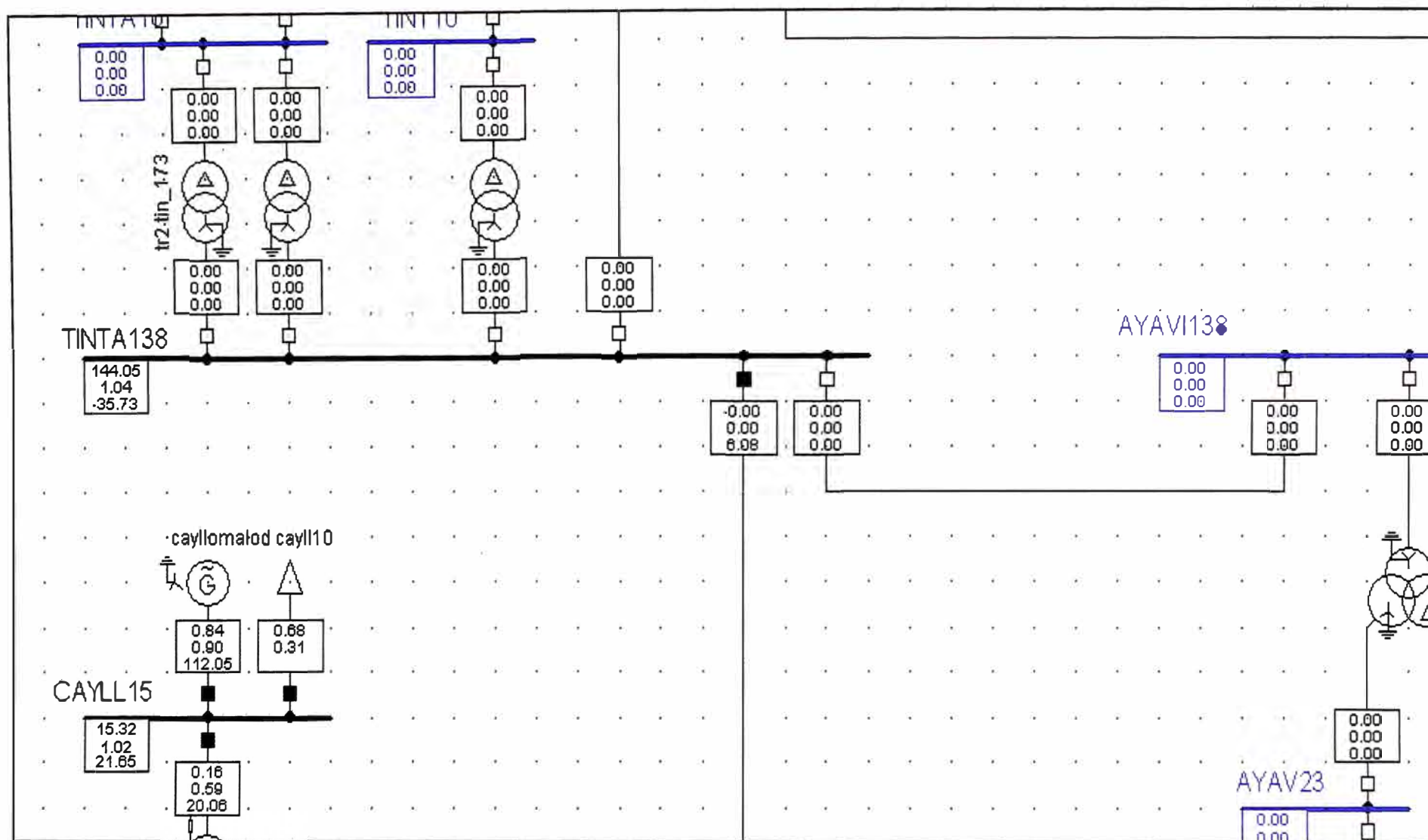
FLUJO N ° 13.- CONDICIONES INICIALES DEL SISTEMA



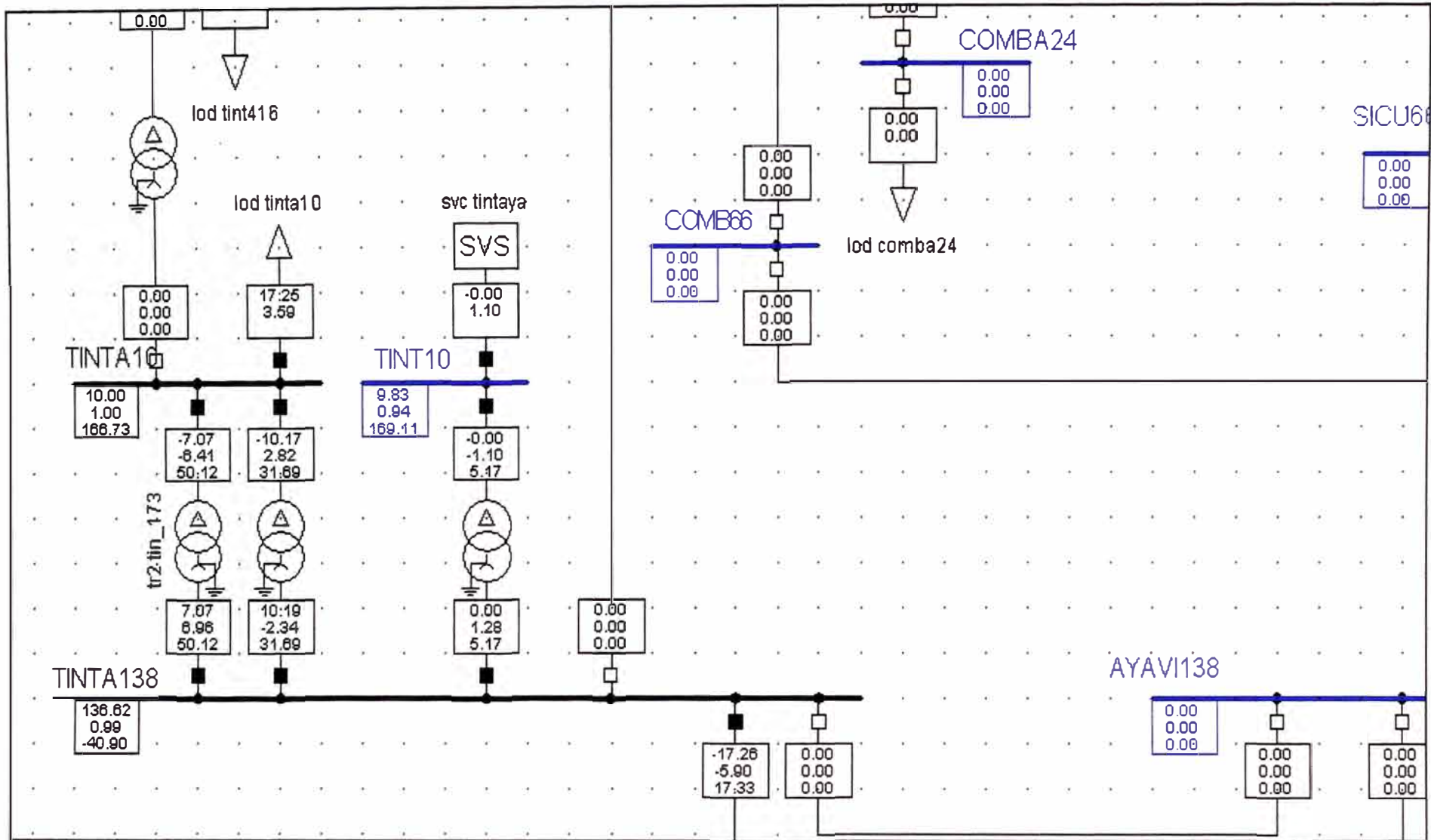
FLUJO N° 14.- L-2030 QUEDA EN SERVICIO CON LA CARGA DE PUNO



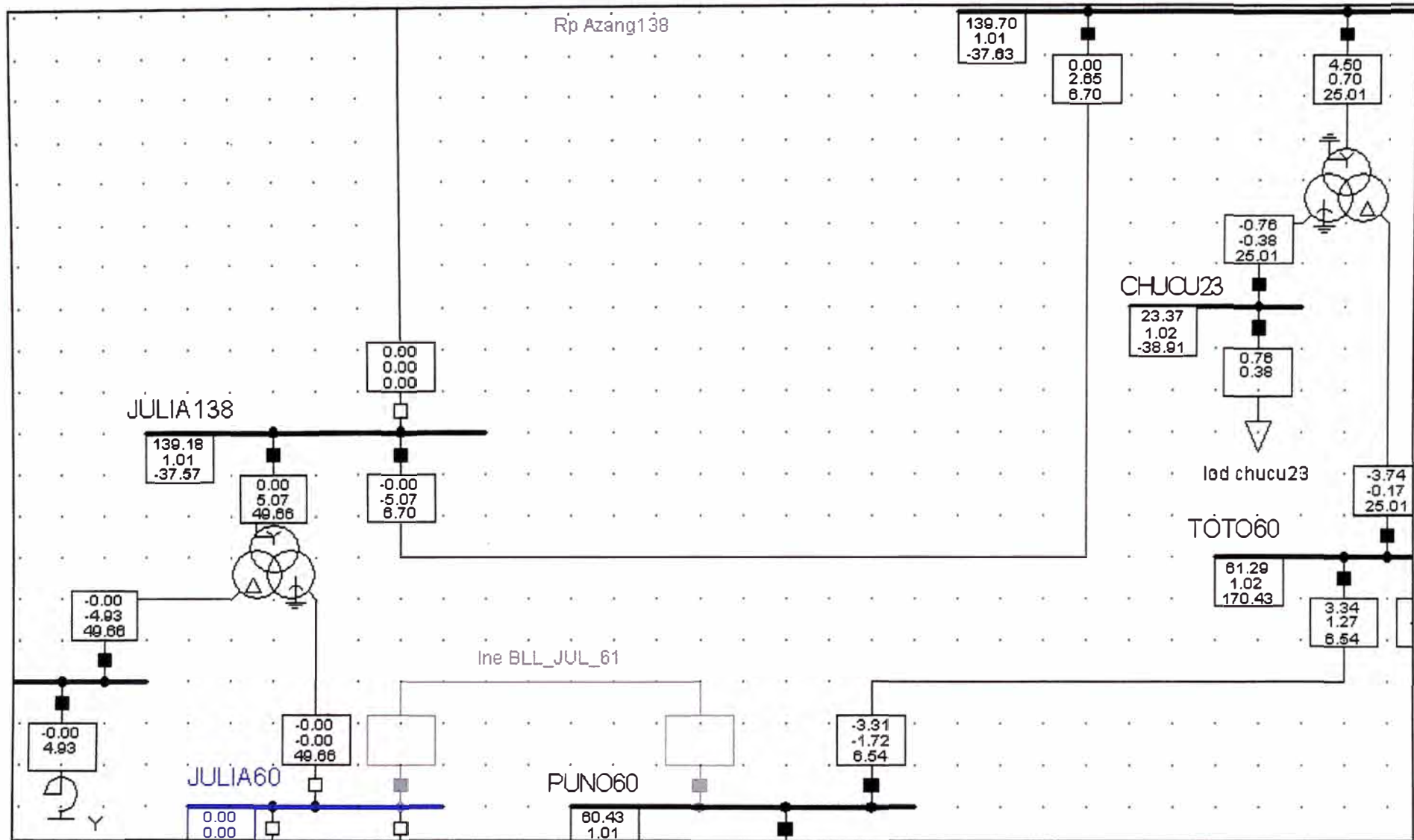
FLUJO N° 15.- ENERGIZACION DE LA L-1008



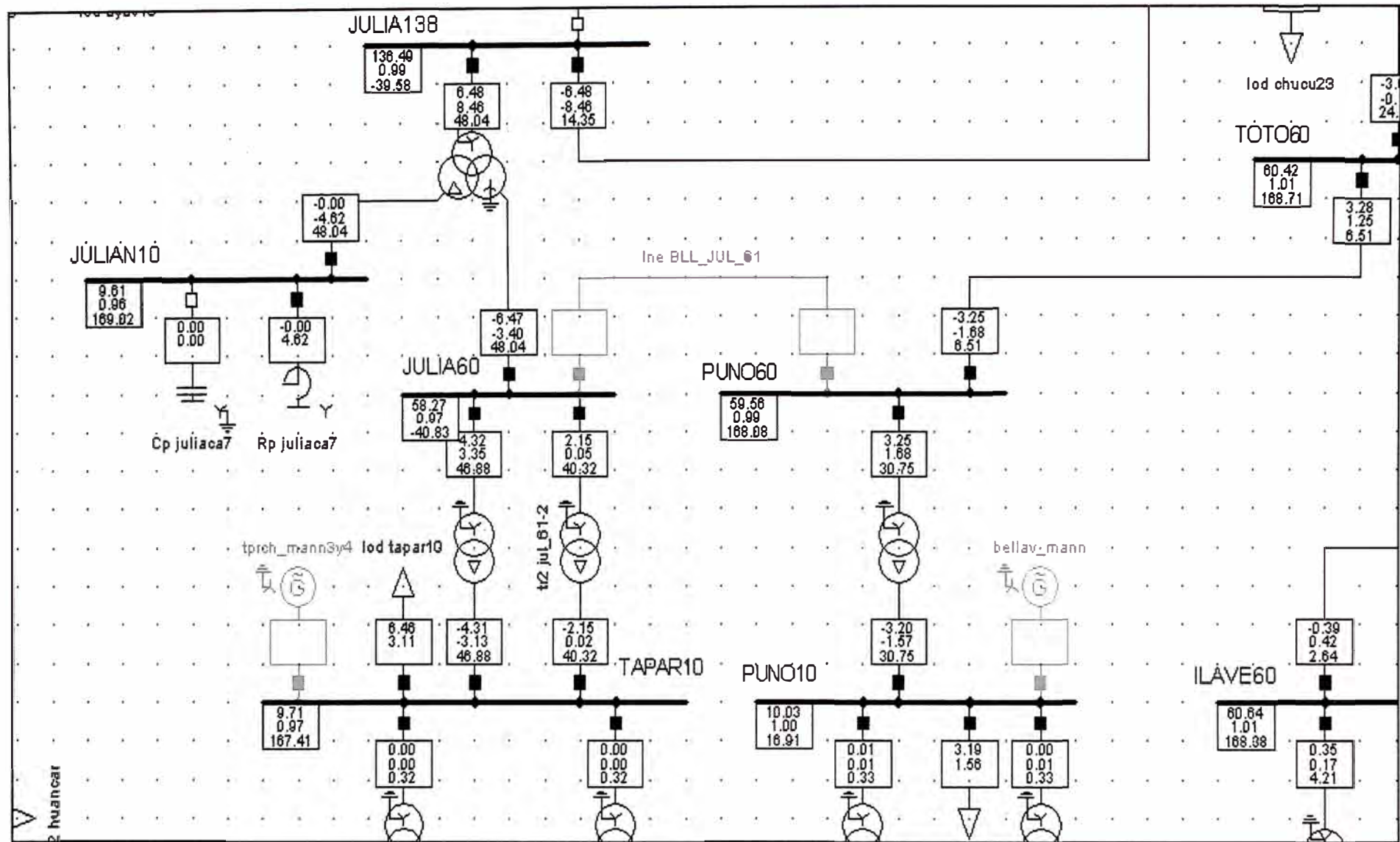
FLUJO N° 17.- RECUPERACION DE CARGA GRADUAL DE LA MINA TINTAYA



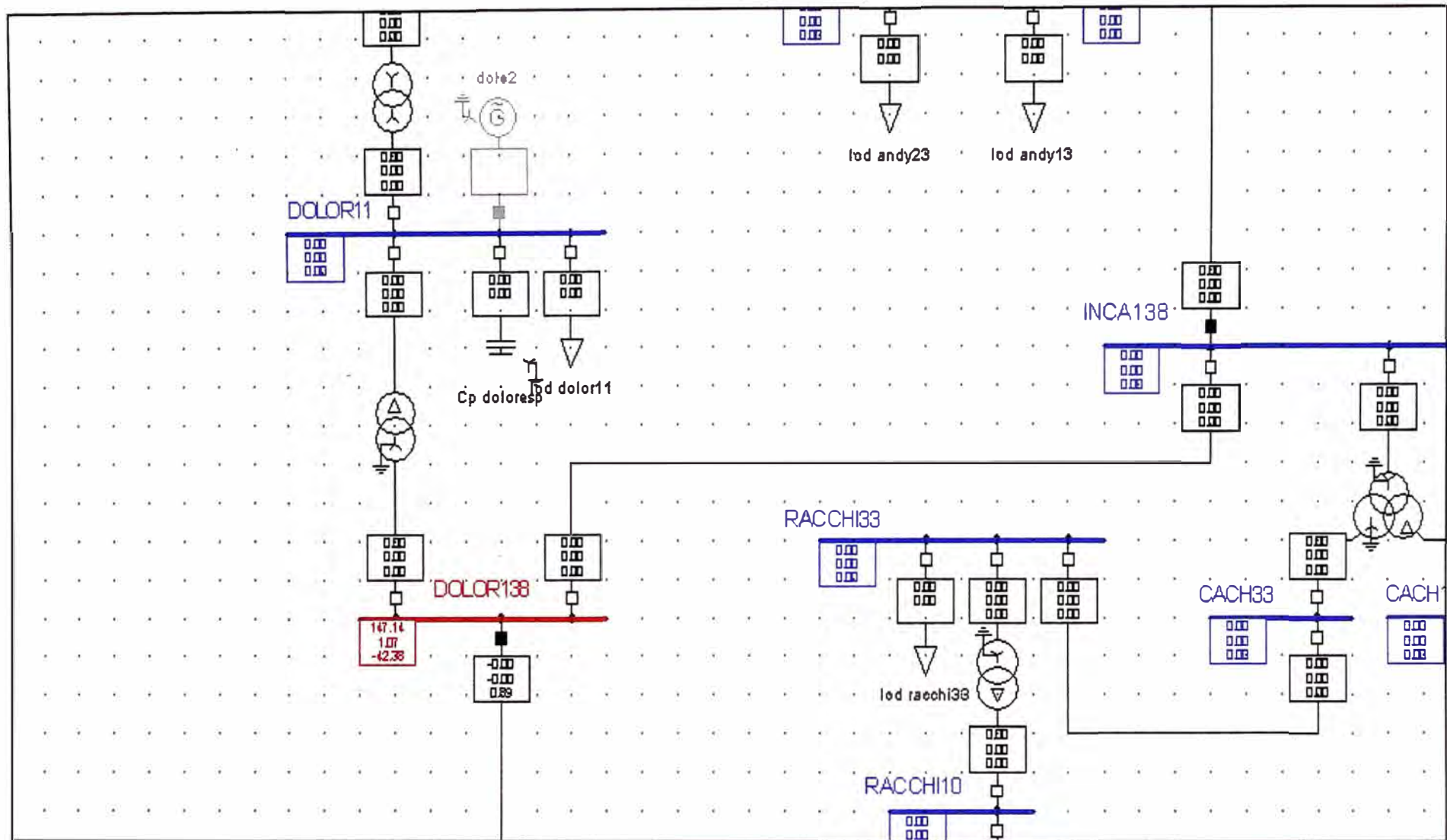
FLUJO N° 18.- ENERGIZACION DE LA L-1012



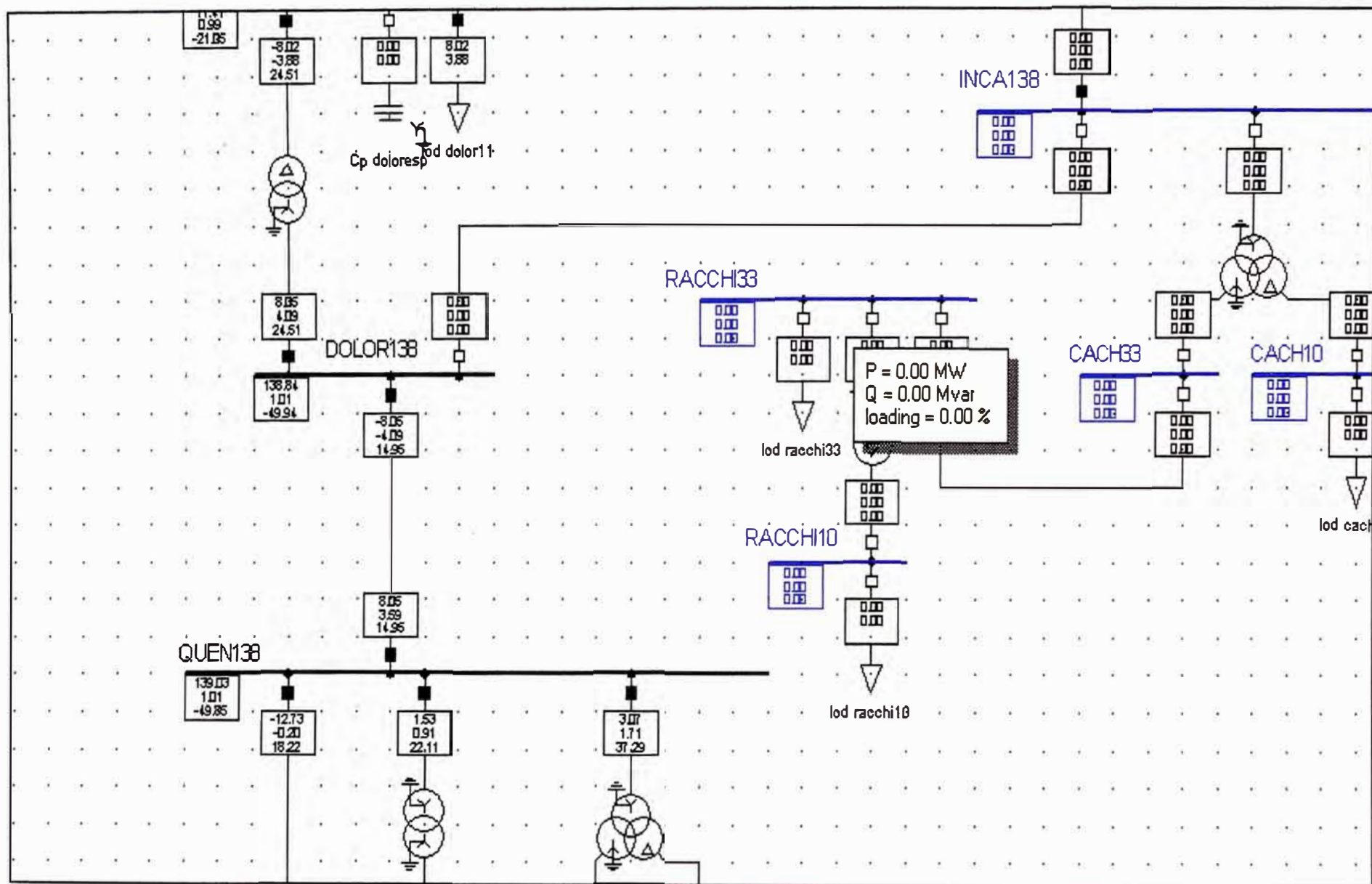
FLUJO N° 19.- RECUPERACION DE LOS SUMINISTROS DE JULIACA



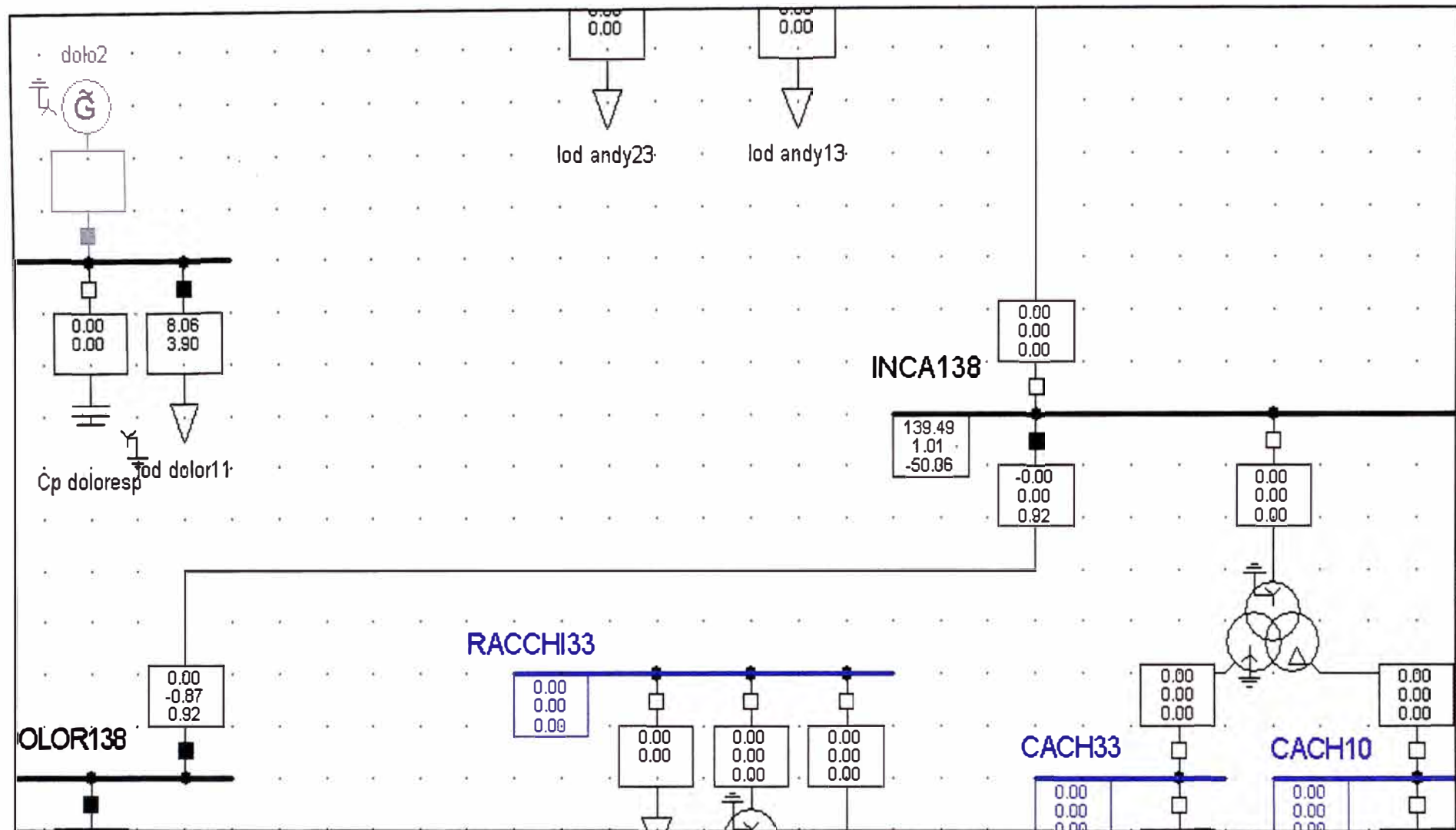
FLUJO N° 20.1.- ENERGIZACION DE LA L-1004



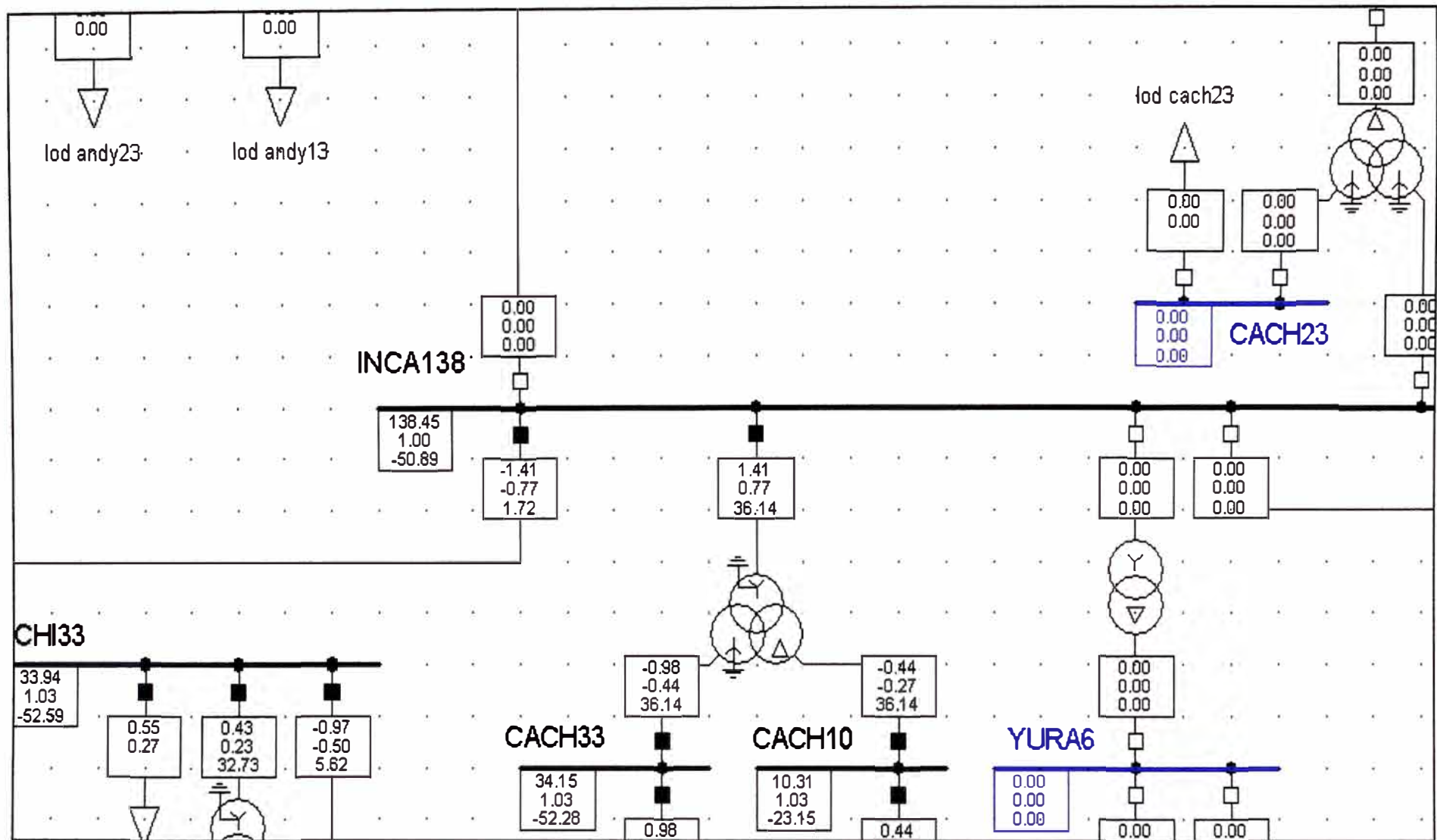
FLUJO N° 20.2.- TOMA DE CARGA GRADUAL DE LA SE DOLORESPATA Y QUENCORO



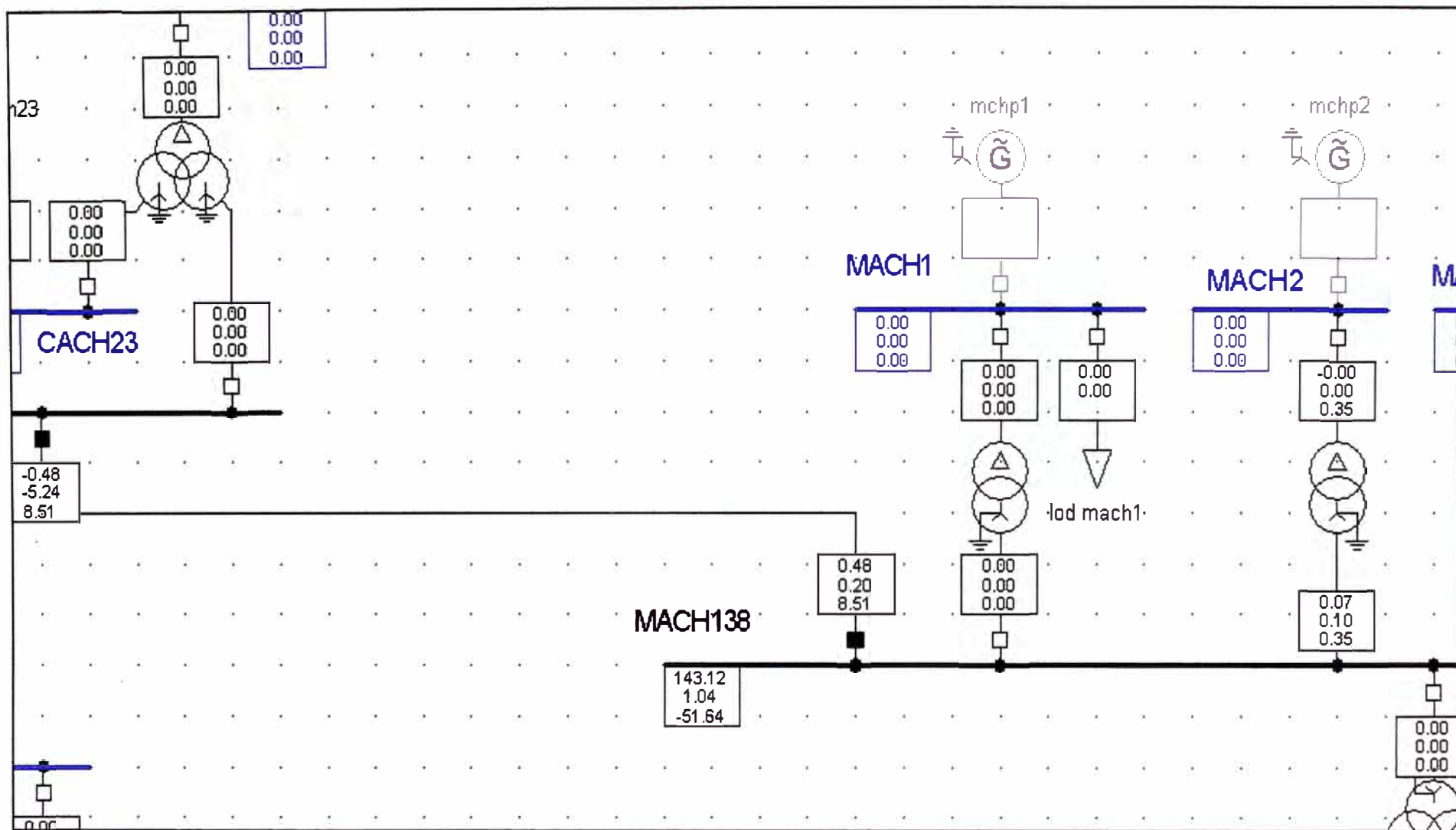
FLUJO N° 20.3.- ENERGIZACION DE LA L-1003



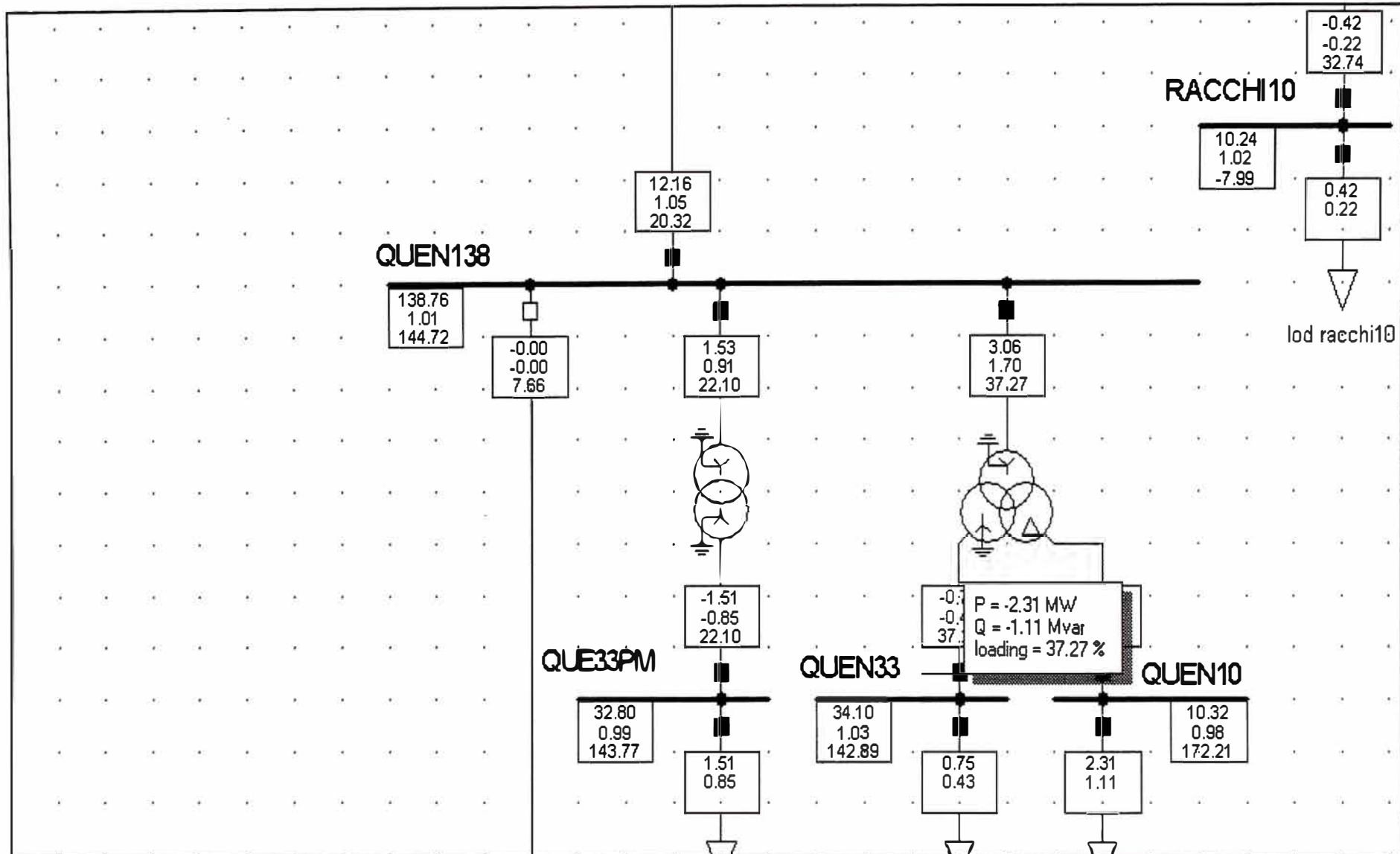
FLUJO N° 20.4.- TOMA DE CARGA GRADUAL EN LA SE CACHIMAYO



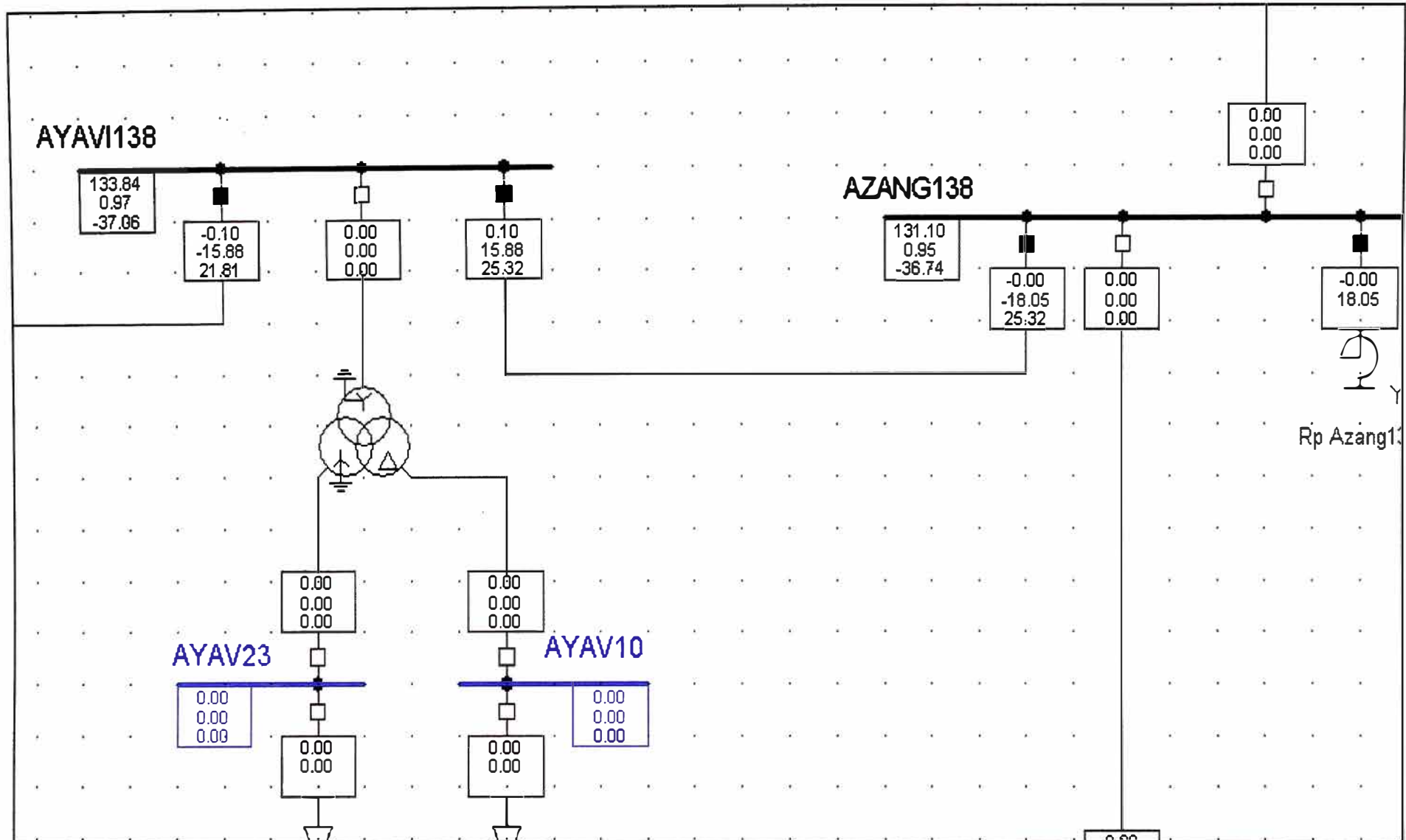
FLUJO N° 20.5.- ENERGIZACION DE LA L-1001



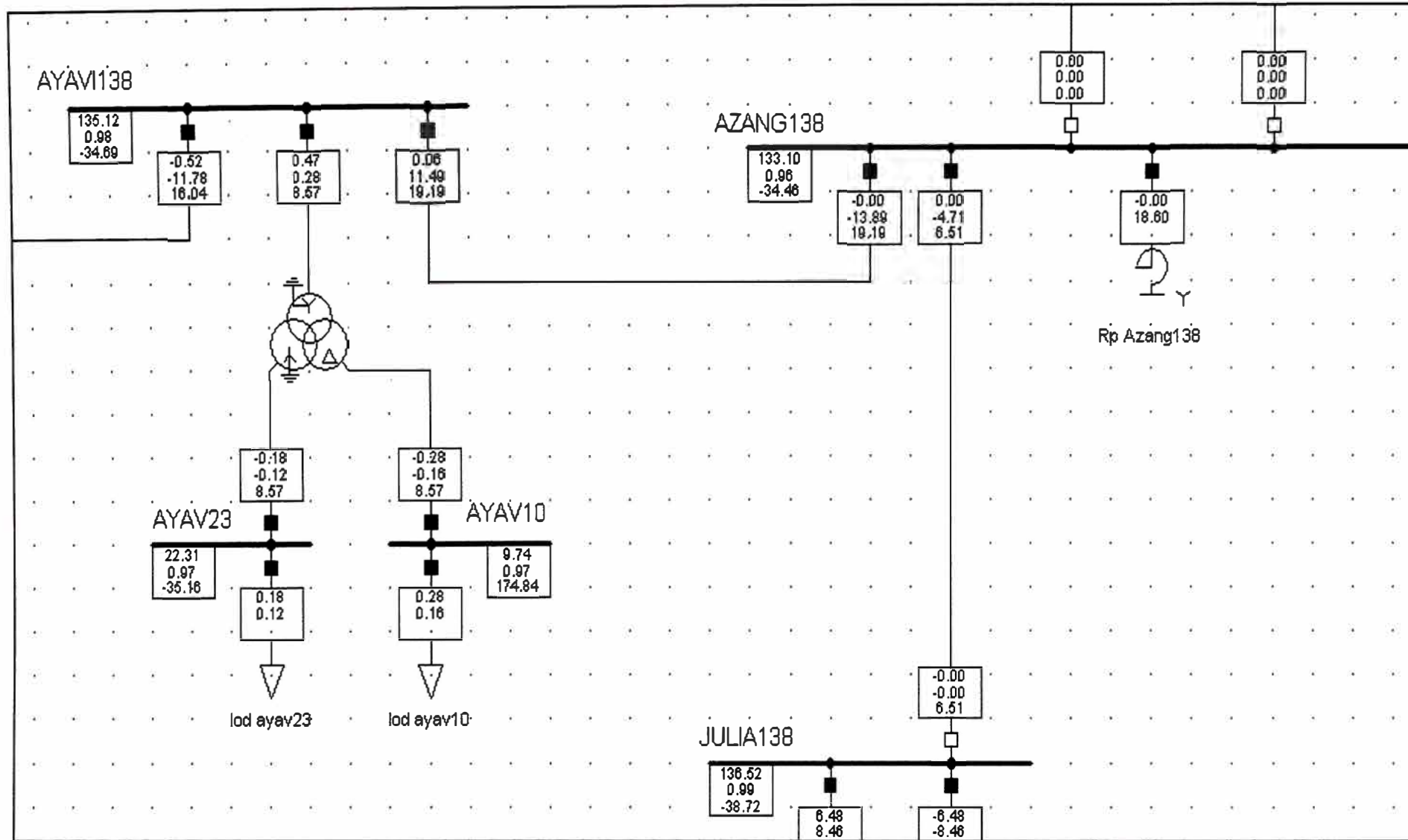
FLUJO N° 21.- SINCRONIZACION DE LA L-1005 EN LA SE QUENCORO (MACHUPICCHU OPERA EN SISTEMA AISLADO)



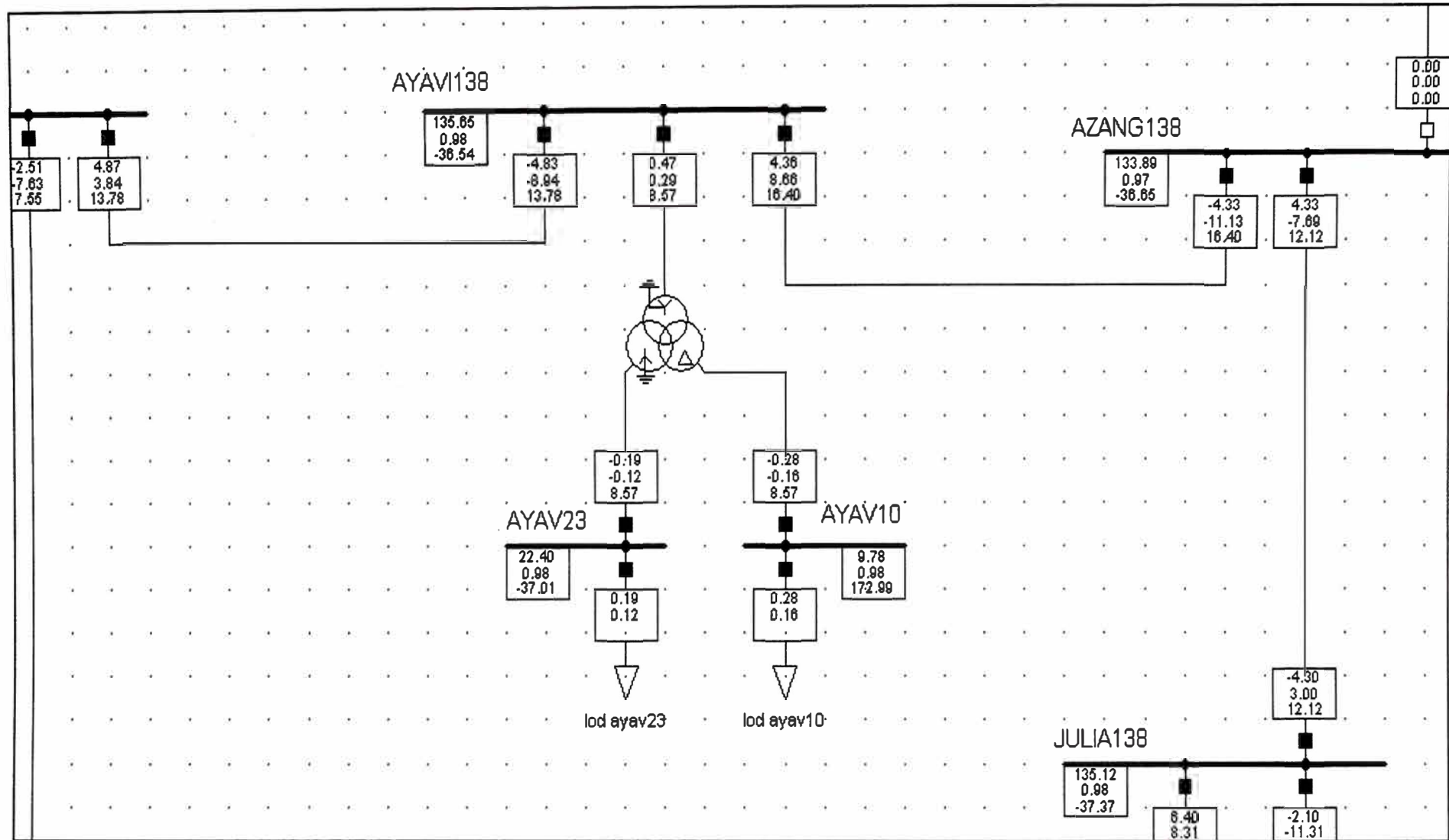
FLUJO N° 22.- ENERGIZACION DE LA L-1006



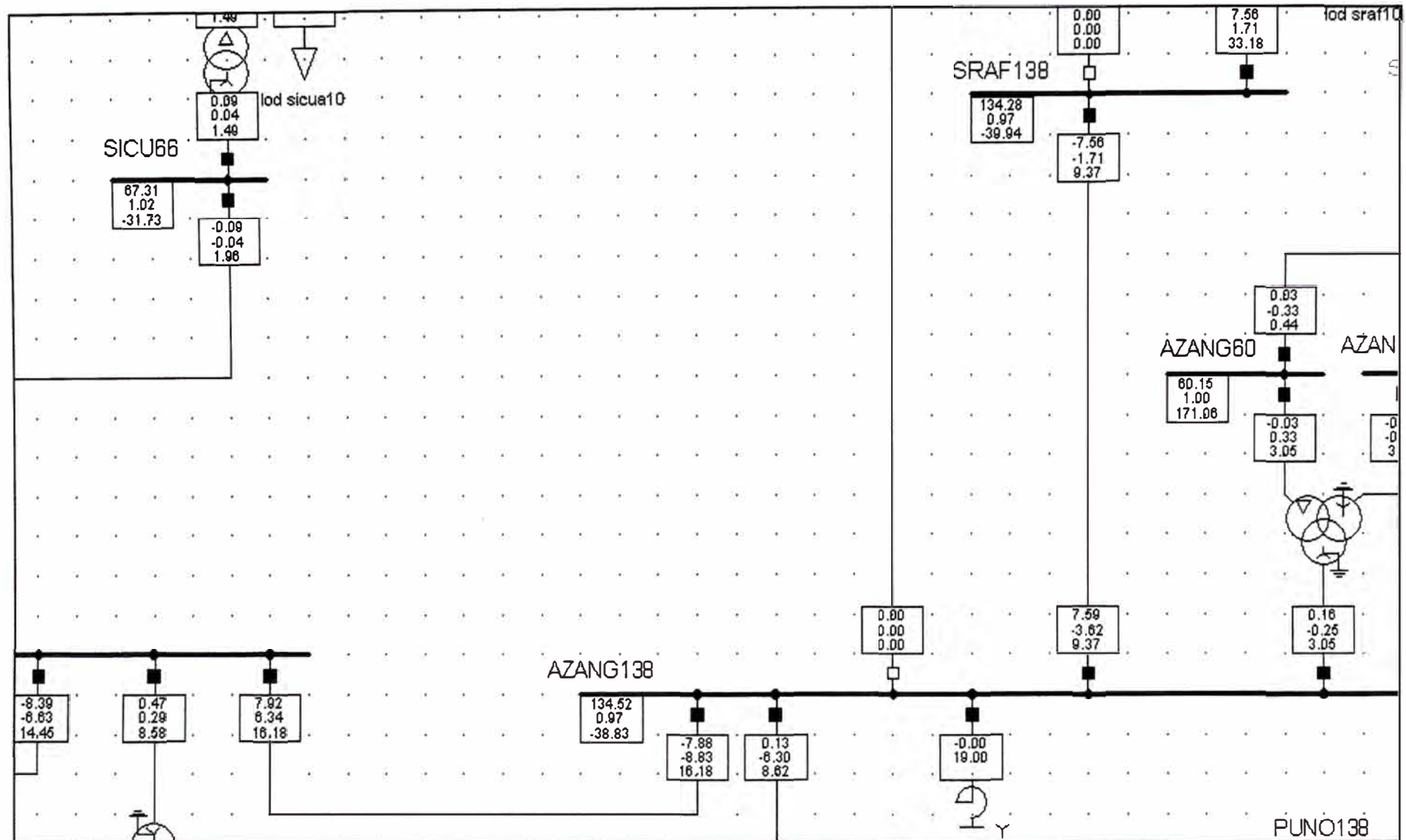
FLUJO N° 23.- ENERGIZACION DE LA L-1011 (OBSERVESE LA DIFERENCIA ANGULAR: CH SAN GABAN F/S)



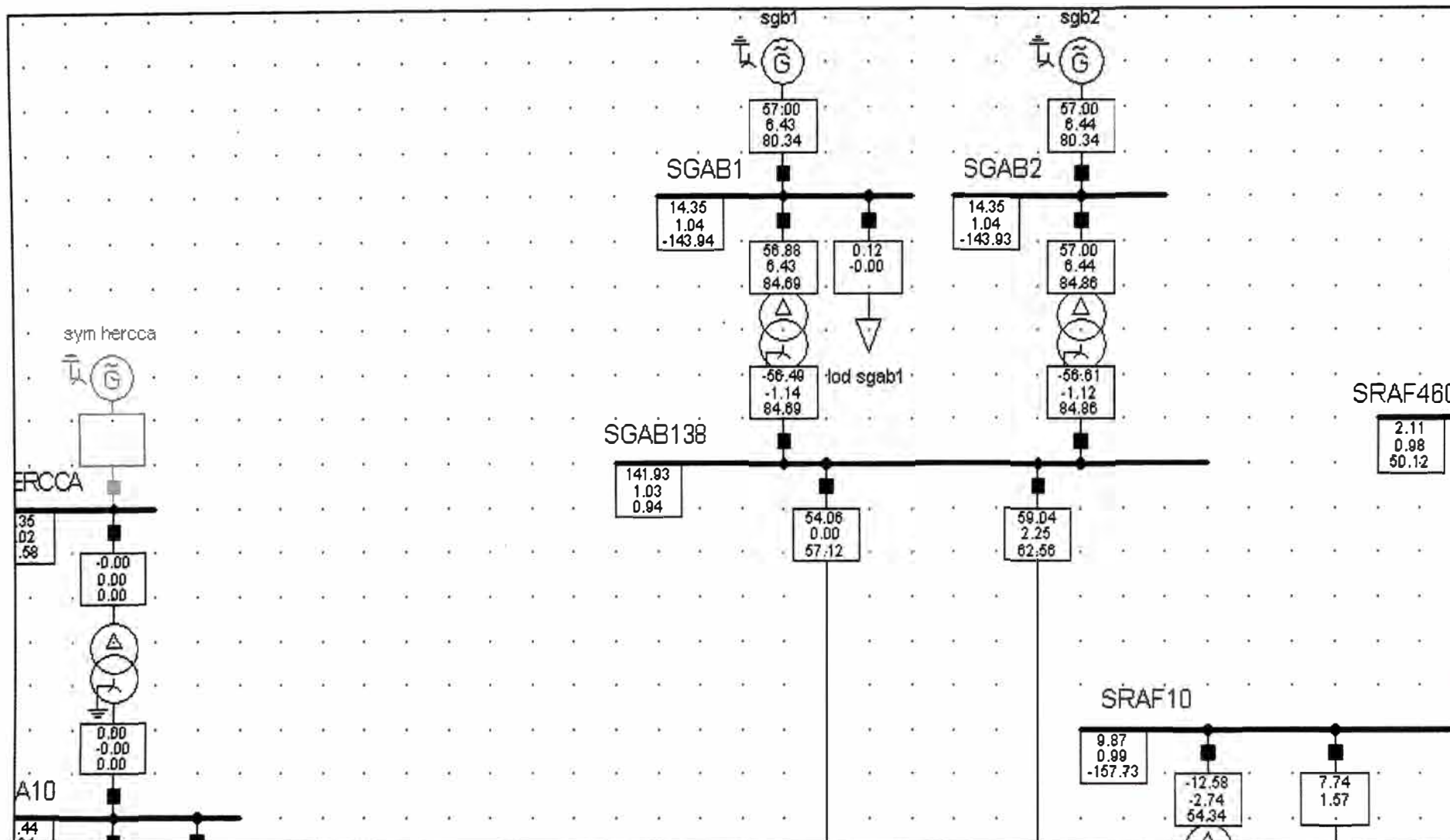
FLUJO N° 24.- CIERRE DEL ANILLO 138/220 KV DE PUNO



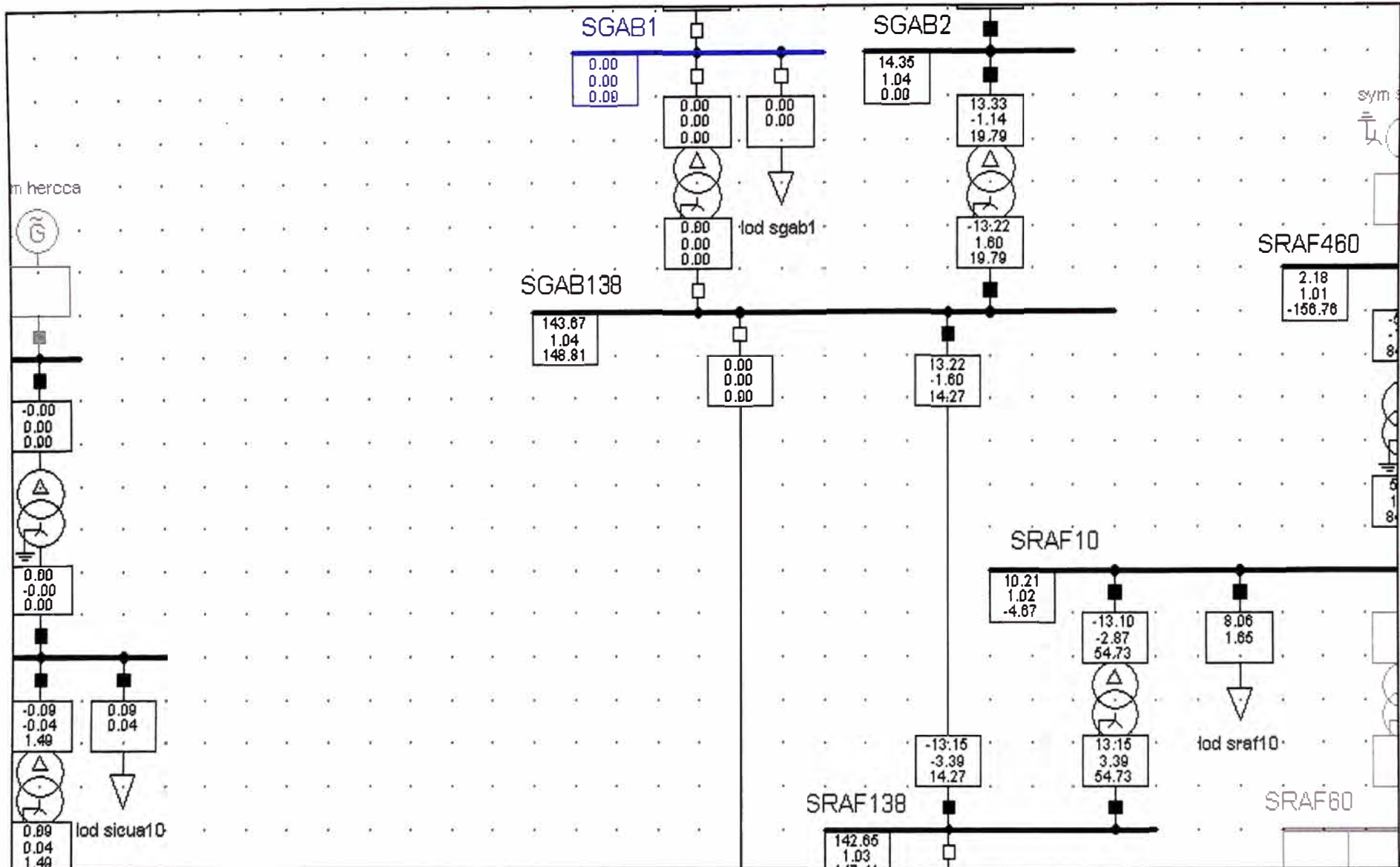
FLUJO N° 25.- ENERGIZACION DE LA L-1009 (SINCRONIZACION DE LA CH SAN GABAN EN LA CENTRAL)



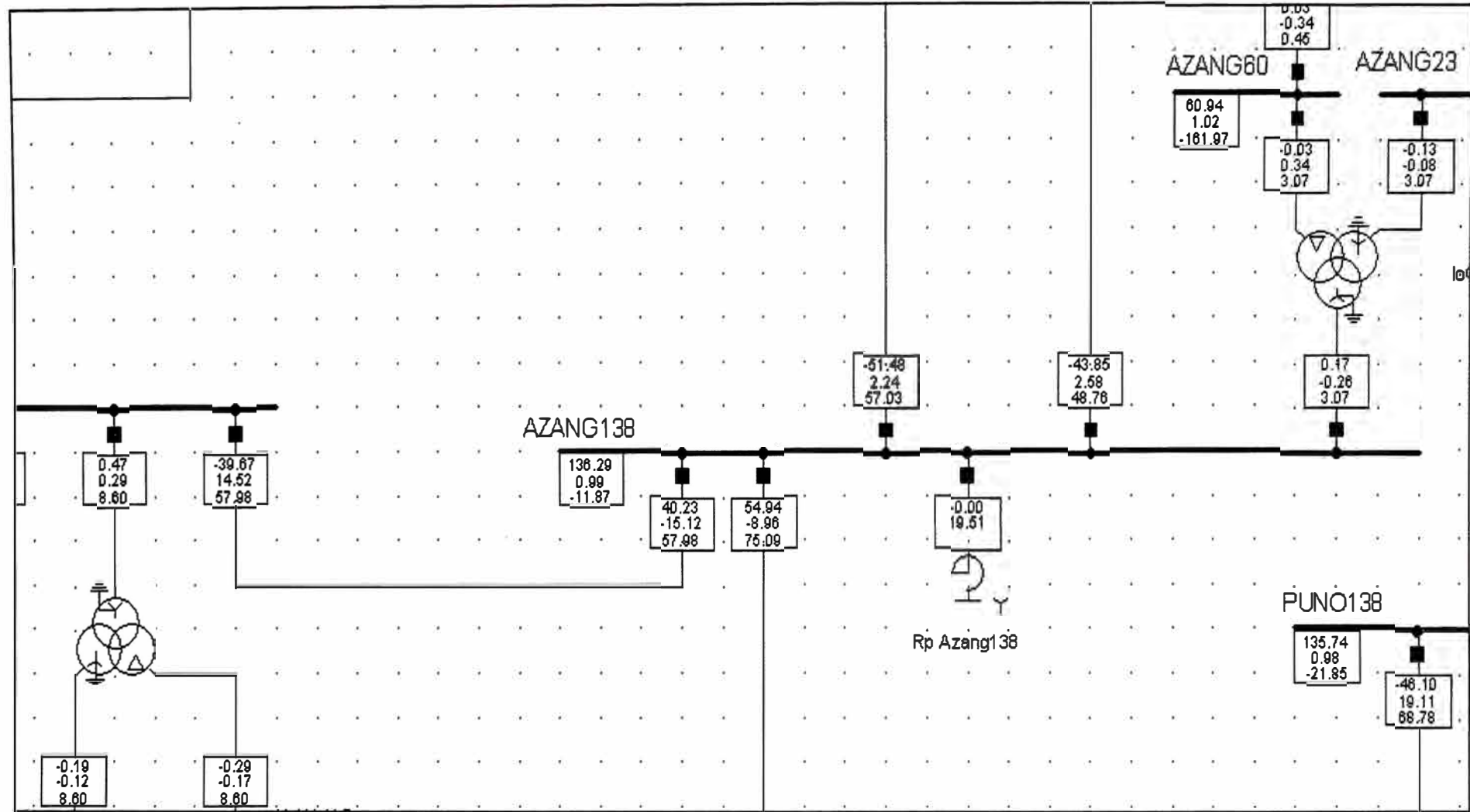
FLUJO N° 26.- PUESTA EN SERVICIO DE LA CH SAN GABAN Y LA L-1010



FLUJO N° 27.- ENERGIZACION DE L-1013 (CH SAN GABAN EN SISTEMA AISLADO)

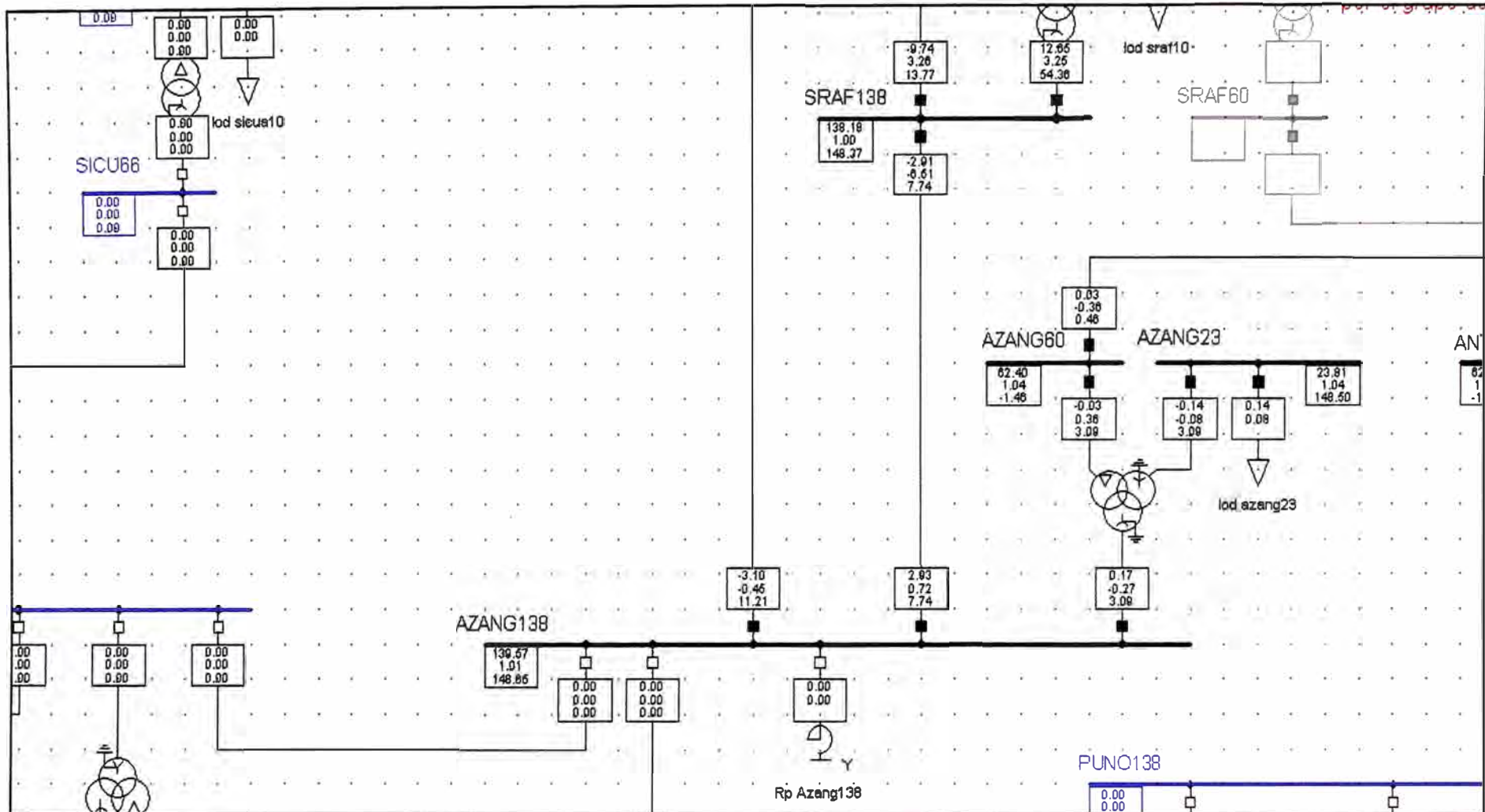


FLUJO N° 28.- CH SAN GABAN EN PARALELO CON EL SEIN

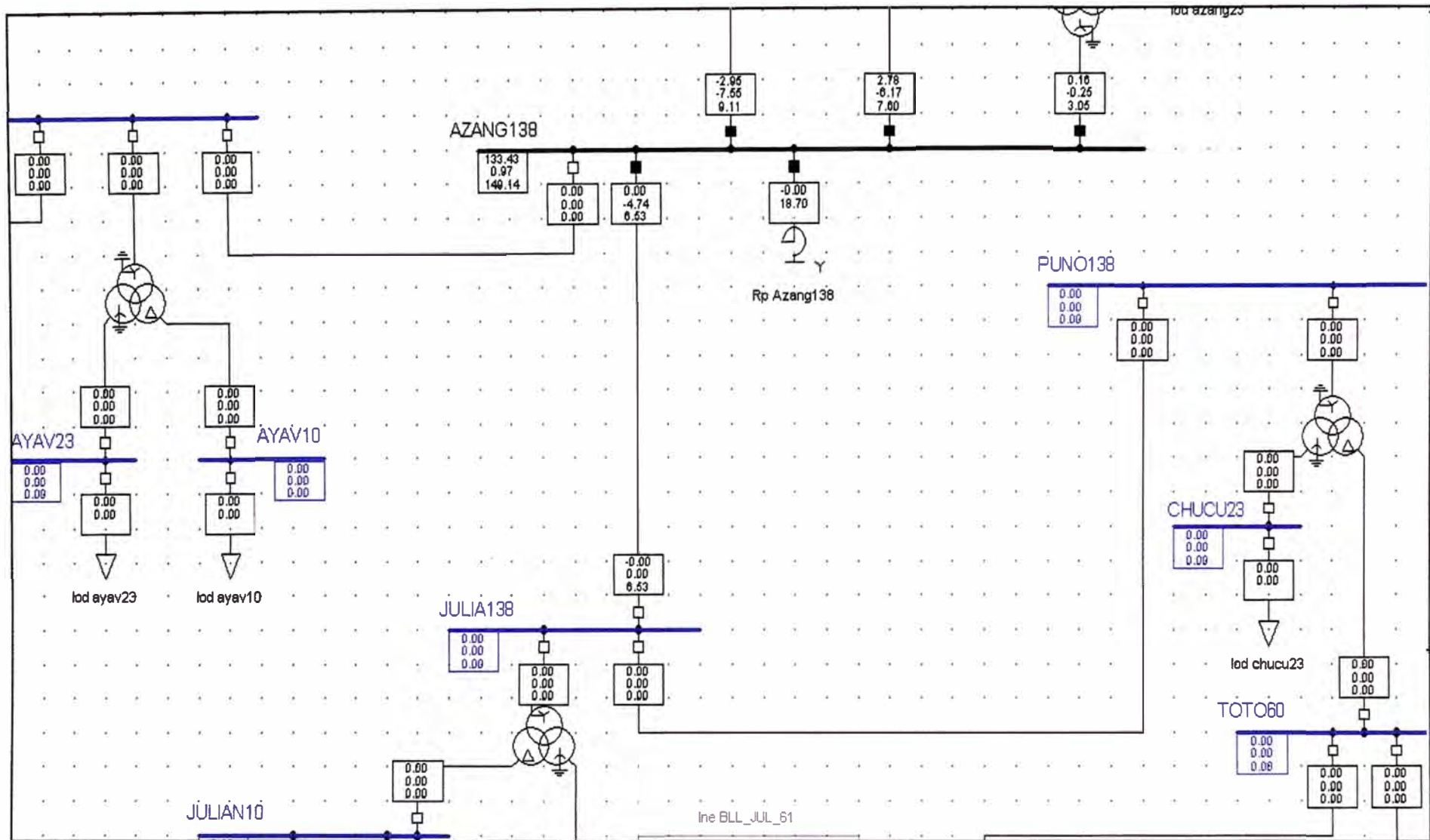


ESCENARIO N° 3.- CH SAN GABAN Y MACHUPICCHU EN SISTEMA AISLADO EN FORMA INDEPENDIENTE

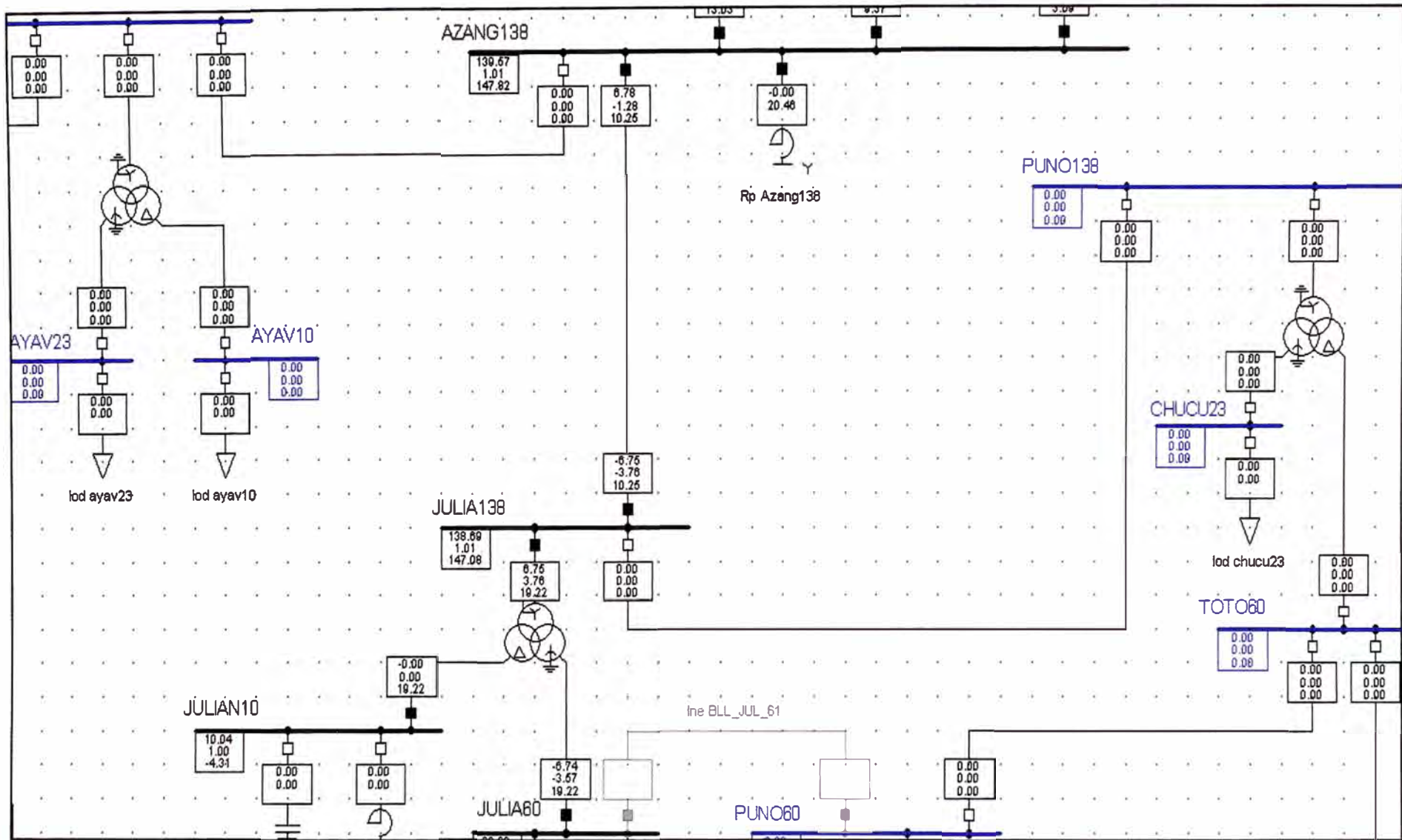
FLUJO N° 29.- CH SAN GABAN EN SISTEMA AISLADO CON LA CARGA DE LA SE AZANGARO



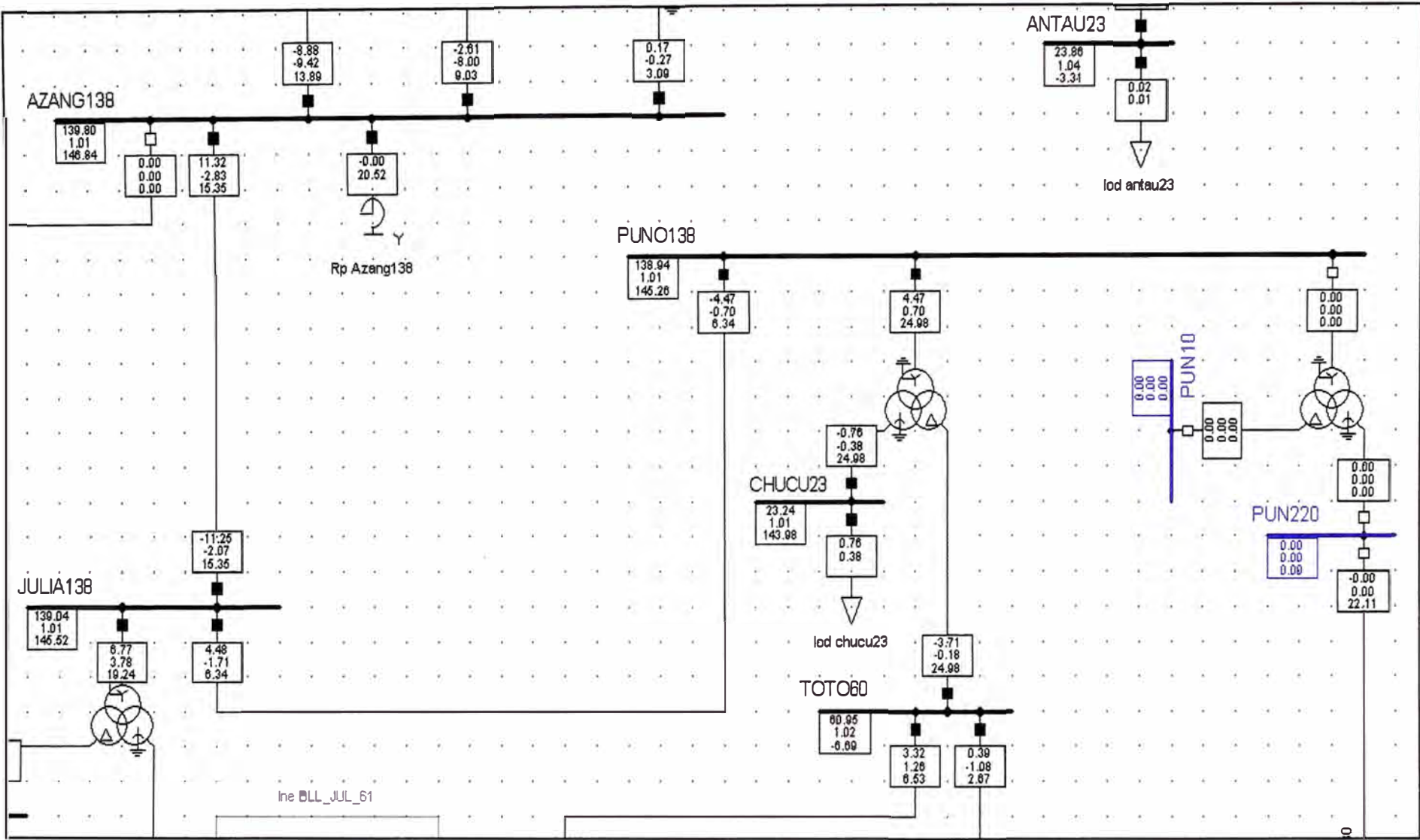
FLUJO N° 29.- ENERGIZACIÓN DE LA L-1011



FLUJO N ° 30.- PUESTA EN SERVICIO DE LA SE JULIACA

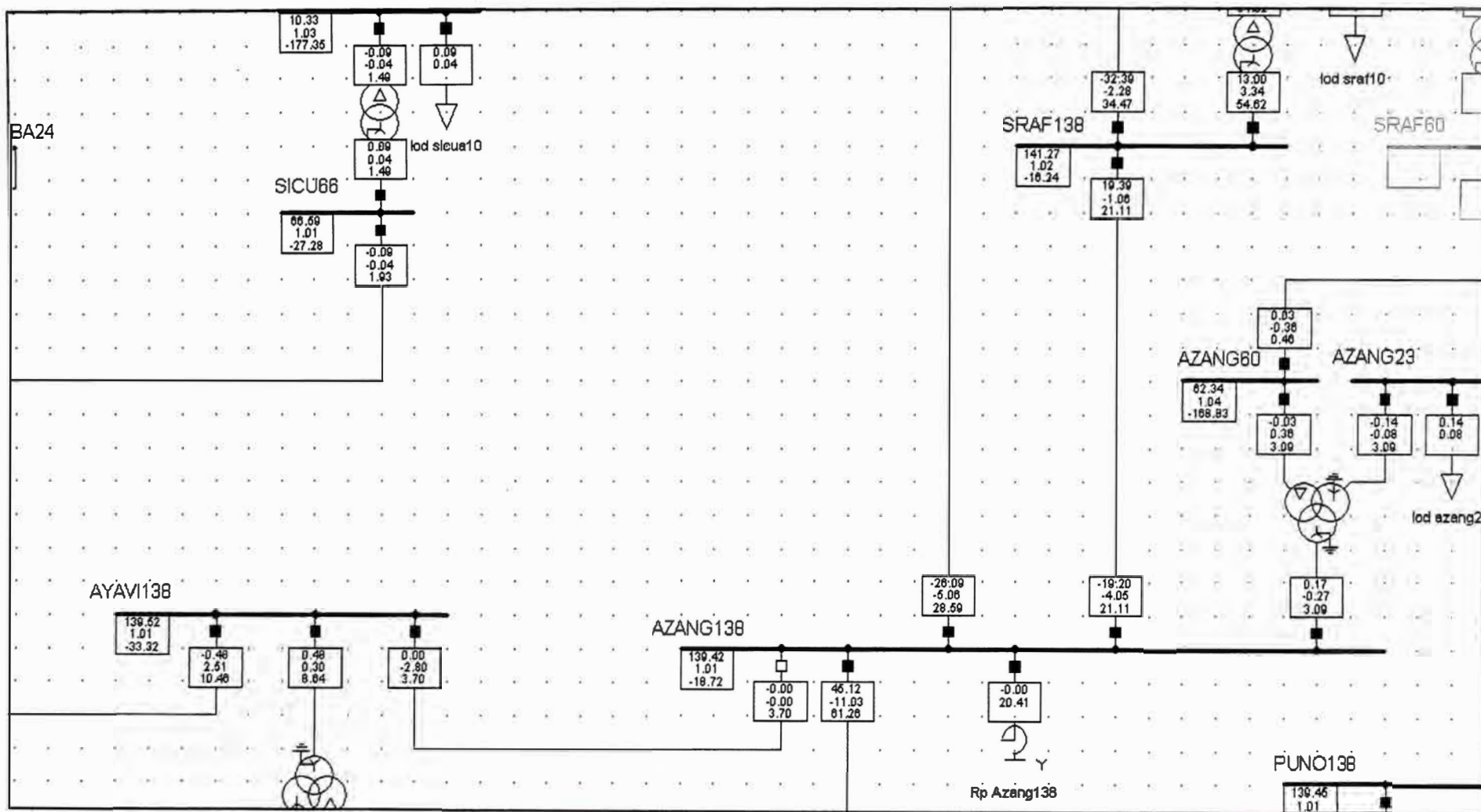


FLUJO N° 31.- PUESTA EN SERVICIO DE LA SE PUNO



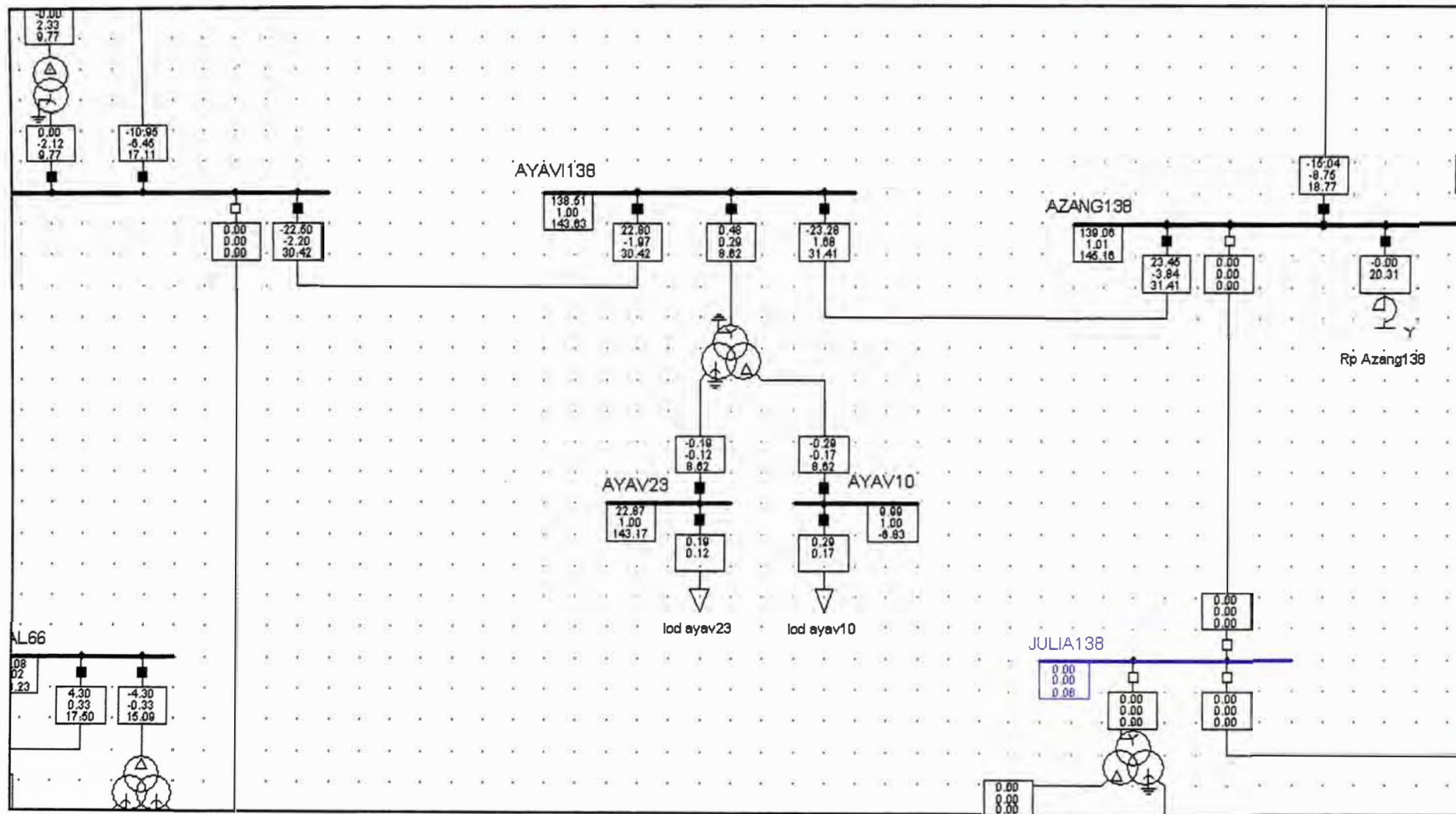
ESCENARIO N° 4. – CH SAN GABAN CONECTADA AL SEIN Y COLAPSO DE LA CH MACHUPICCHU

FLUJO N° 33.- SINCRONIZACION DE LA L-1006 EN LA SE AZANGARO

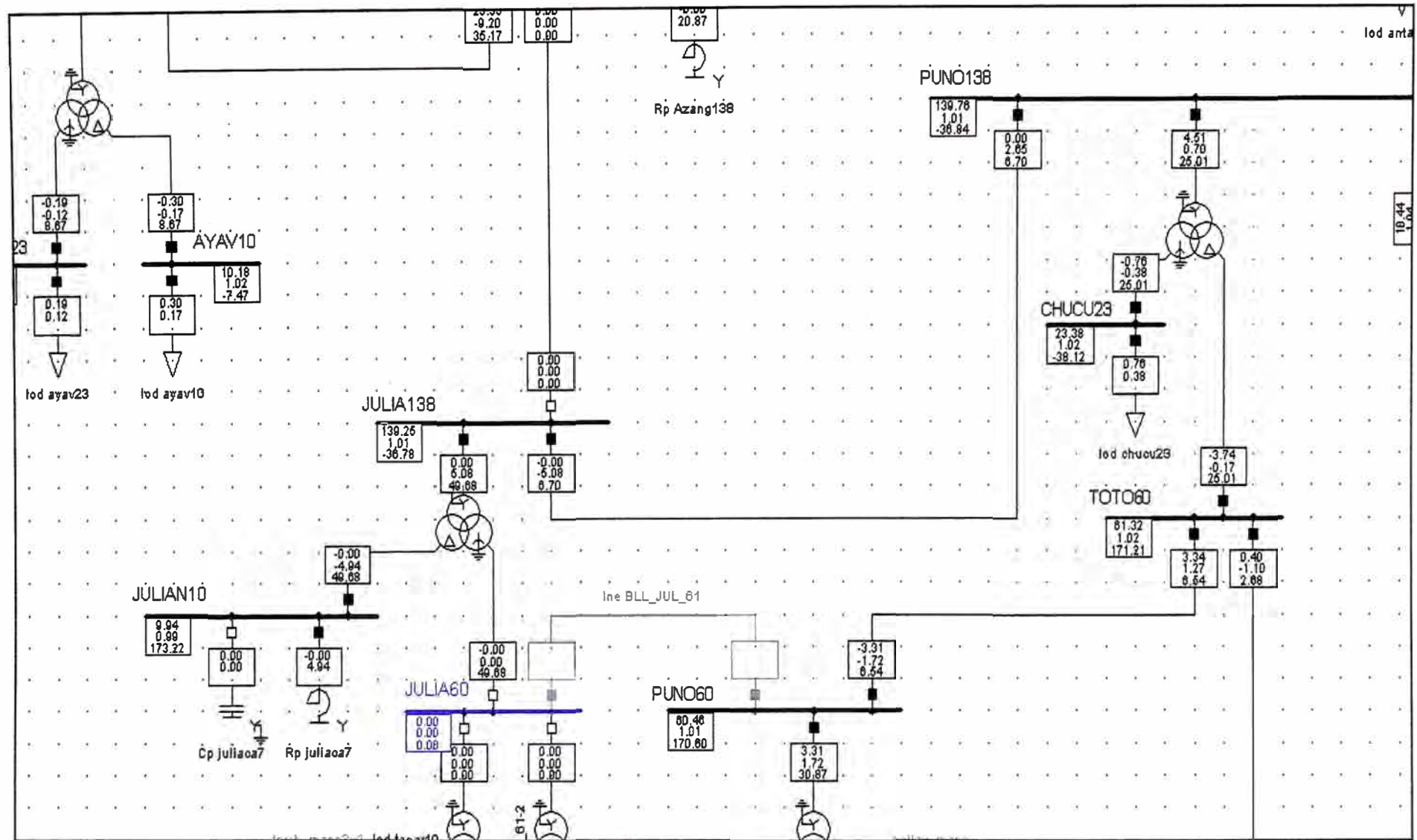


ESCENARIO N° 5. – CH SAN GABAN Y CH MACHUPICCHU OPERAN CONJUNTAMENTE EN FORMA AISLADA

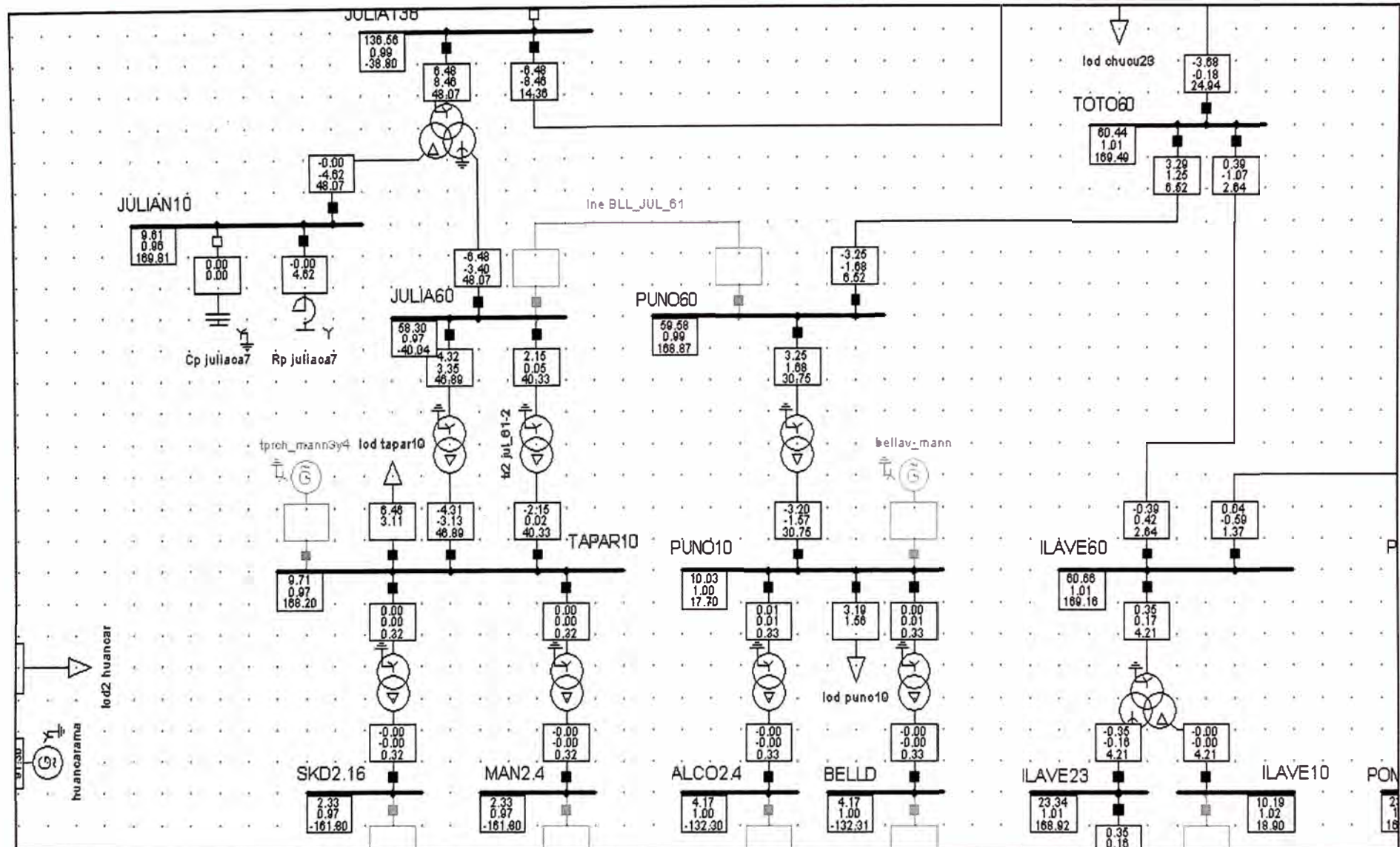
FLUJO N° 34.- CH SAN GABAN Y CH MACHUPICCHU AISLADAS DEL SEL SEIN



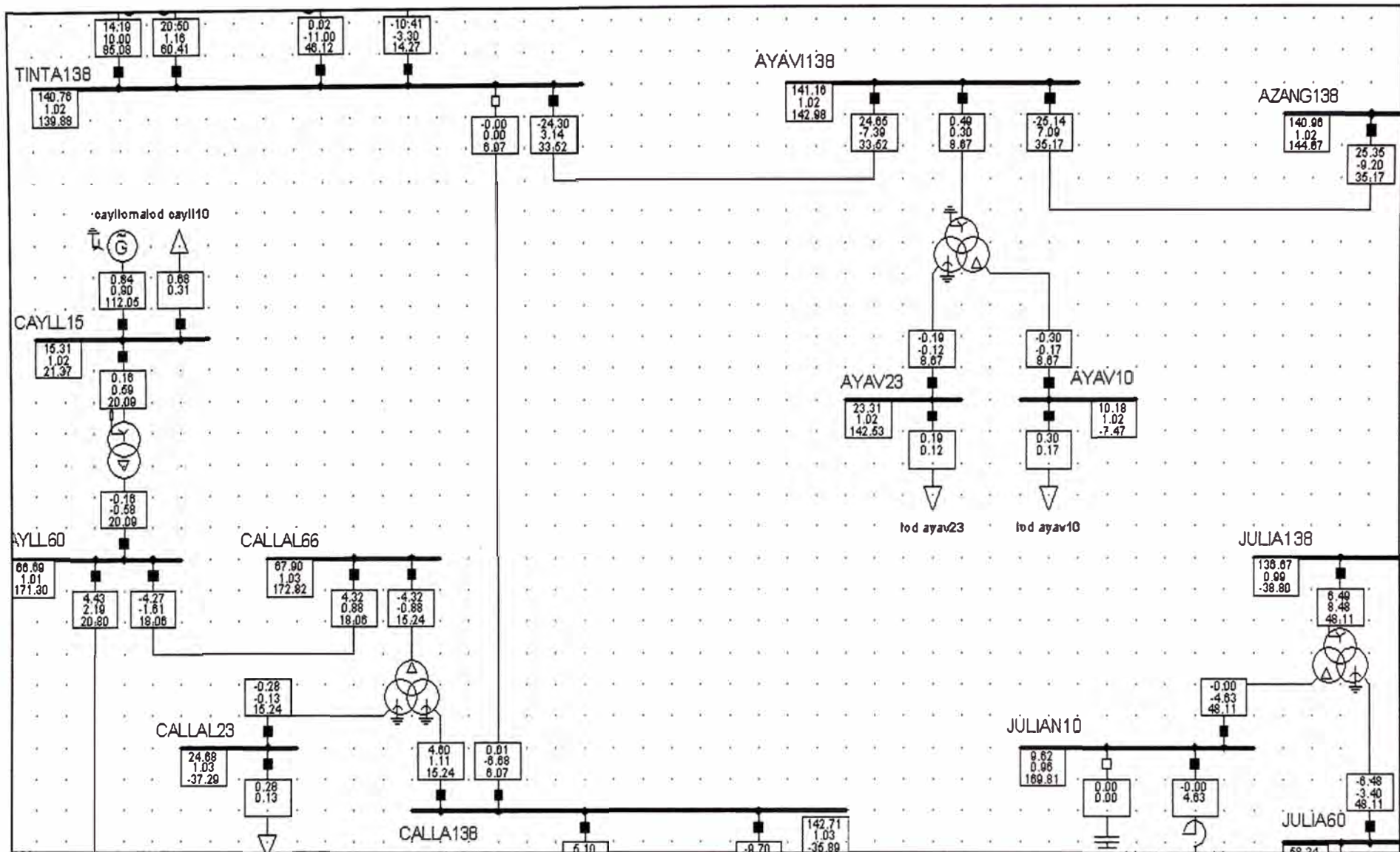
FLUJO N° 35.- ENERGIZACIÓN DE LA L-1012 EN SERIE CON EL REACTOR DE JULIACA



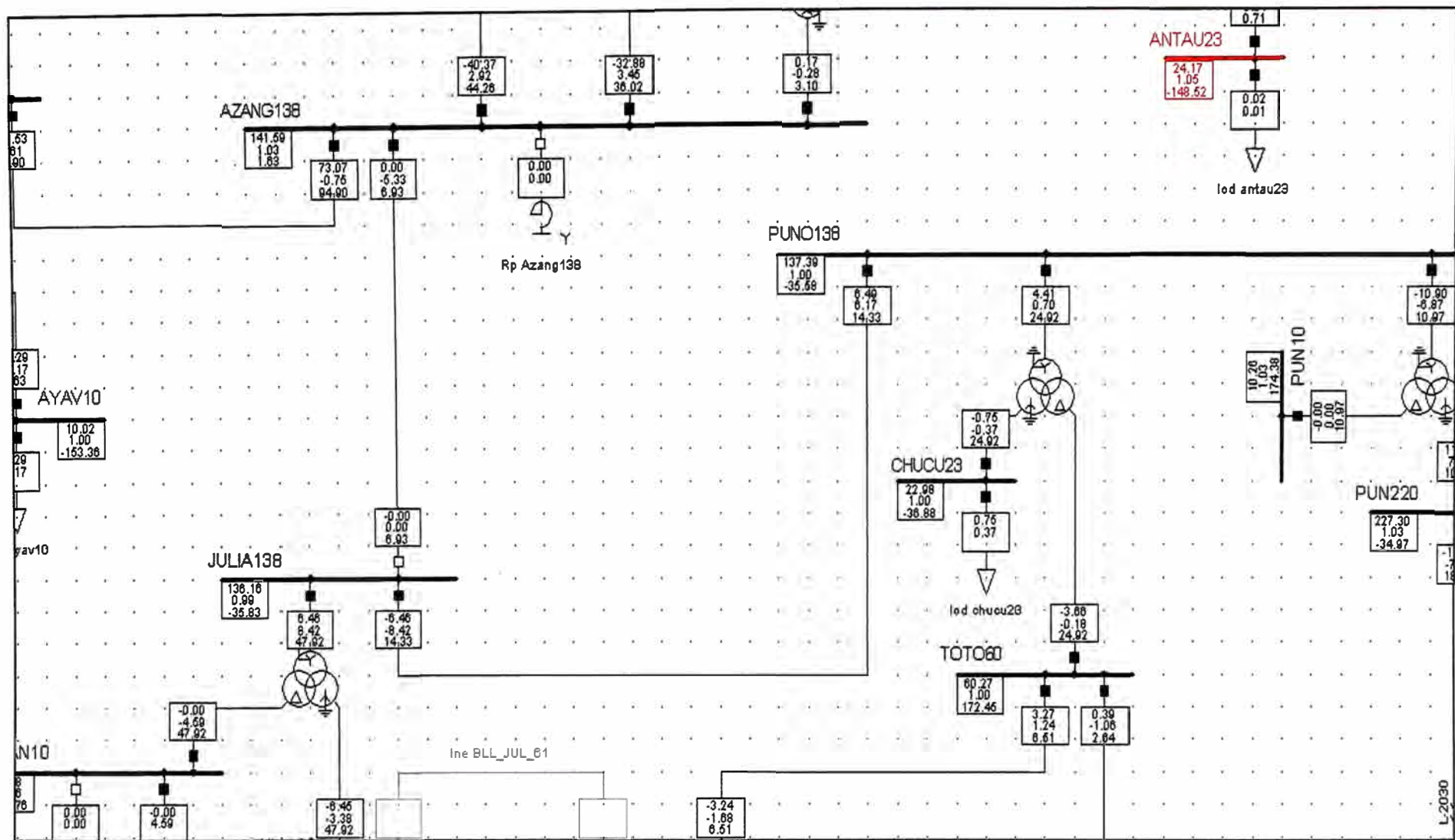
FLUJO N° 36.- RECUPERACION DE LOS SUMINISTROS DE LA SE JULIACA



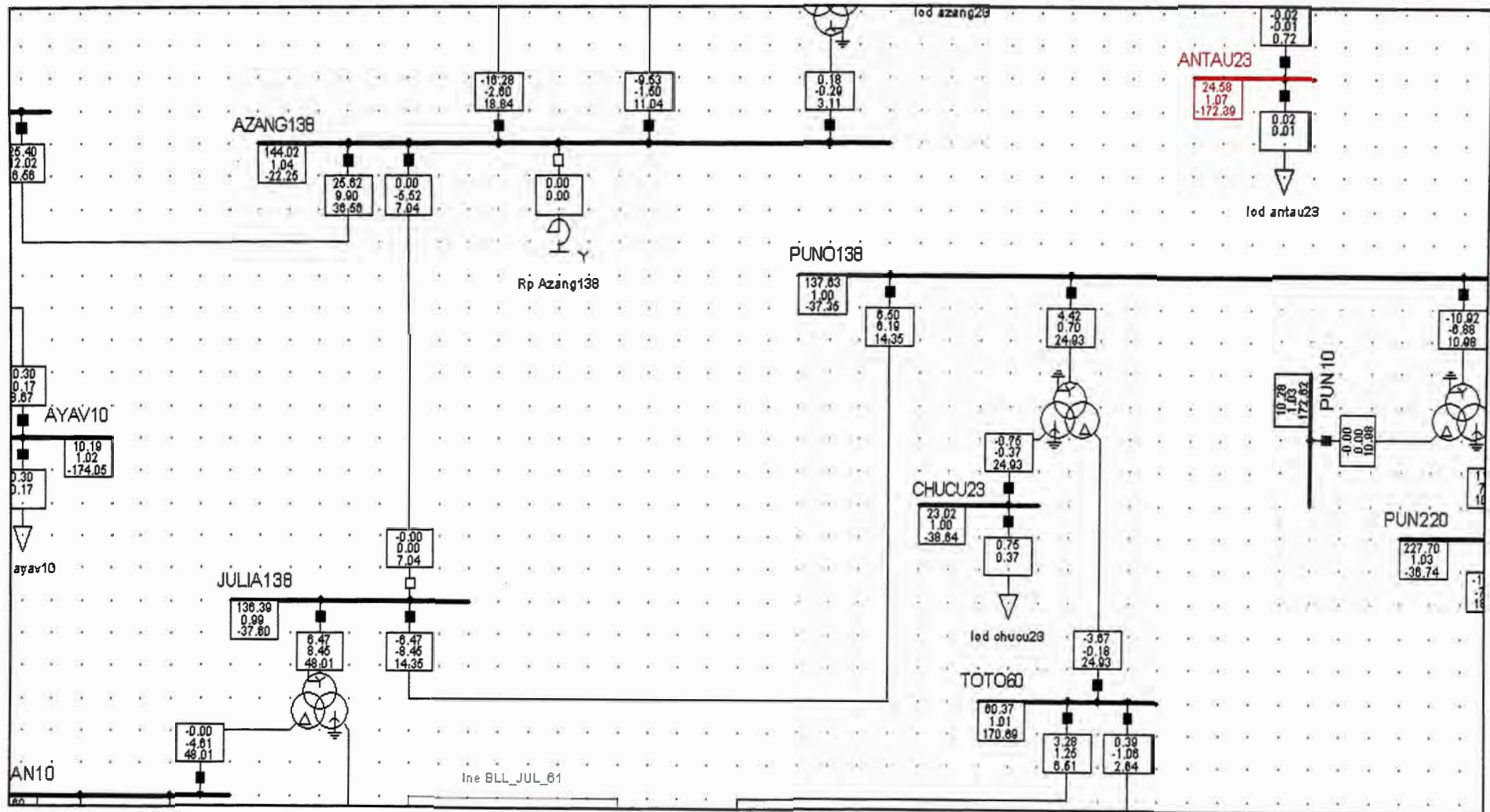
FLUJO N° 37.- ENERGIZACIÓN DE LA L-1008



FLUJO N° 38.- ENERGIZACIÓN DE LA L-1011 (OBSERVESE LA DIFERENCIA ANGULAR)



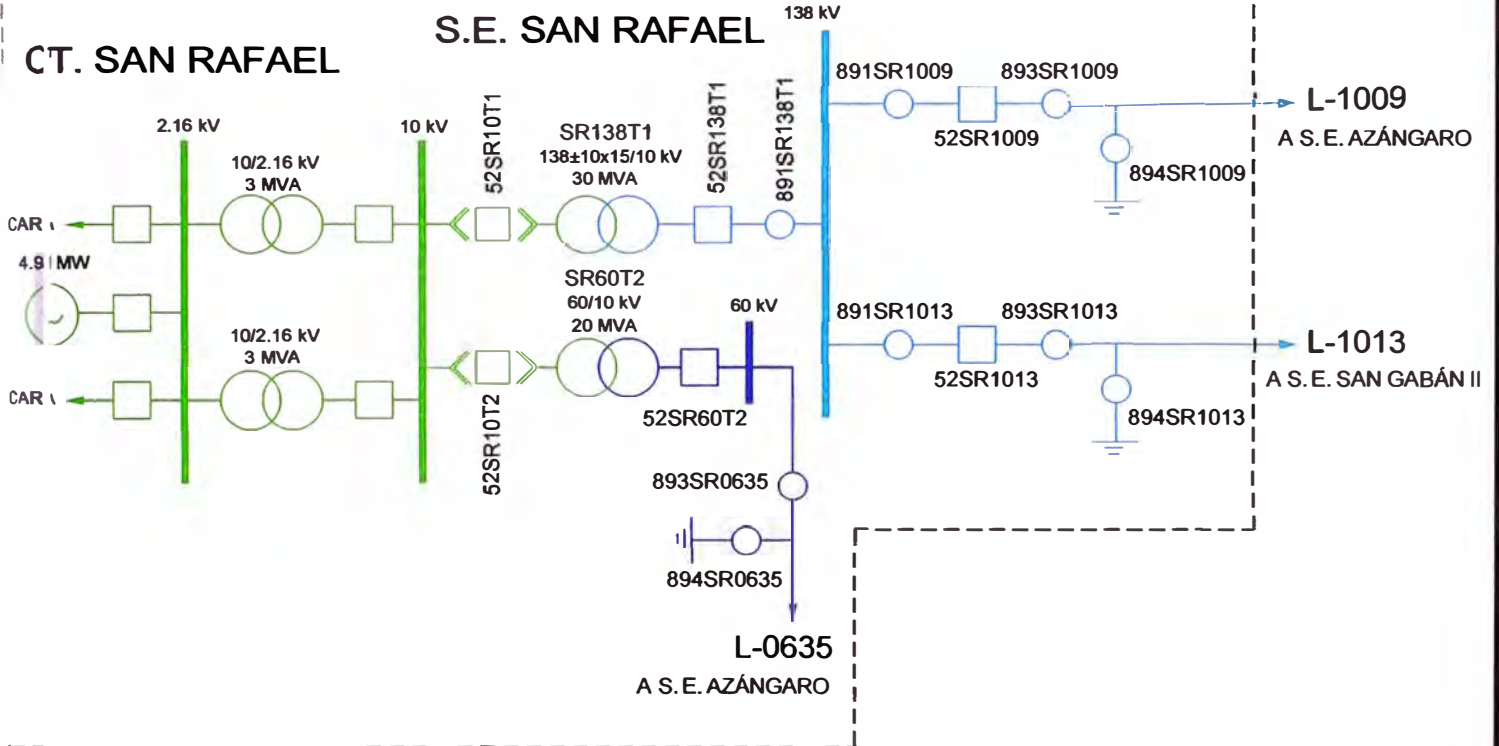
FLUJO N° 39.- DISMINUCIÓN DE LA DIFERENCIA ANGULAR AL VARIAR LA GENERACION DE LA CH SAN GABAN



ANEXO B

**DIAGRAMAS UNIFILARES DE LAS PRINCIPALES SUBESTACIONES
DEL AREA SUR ESTE**

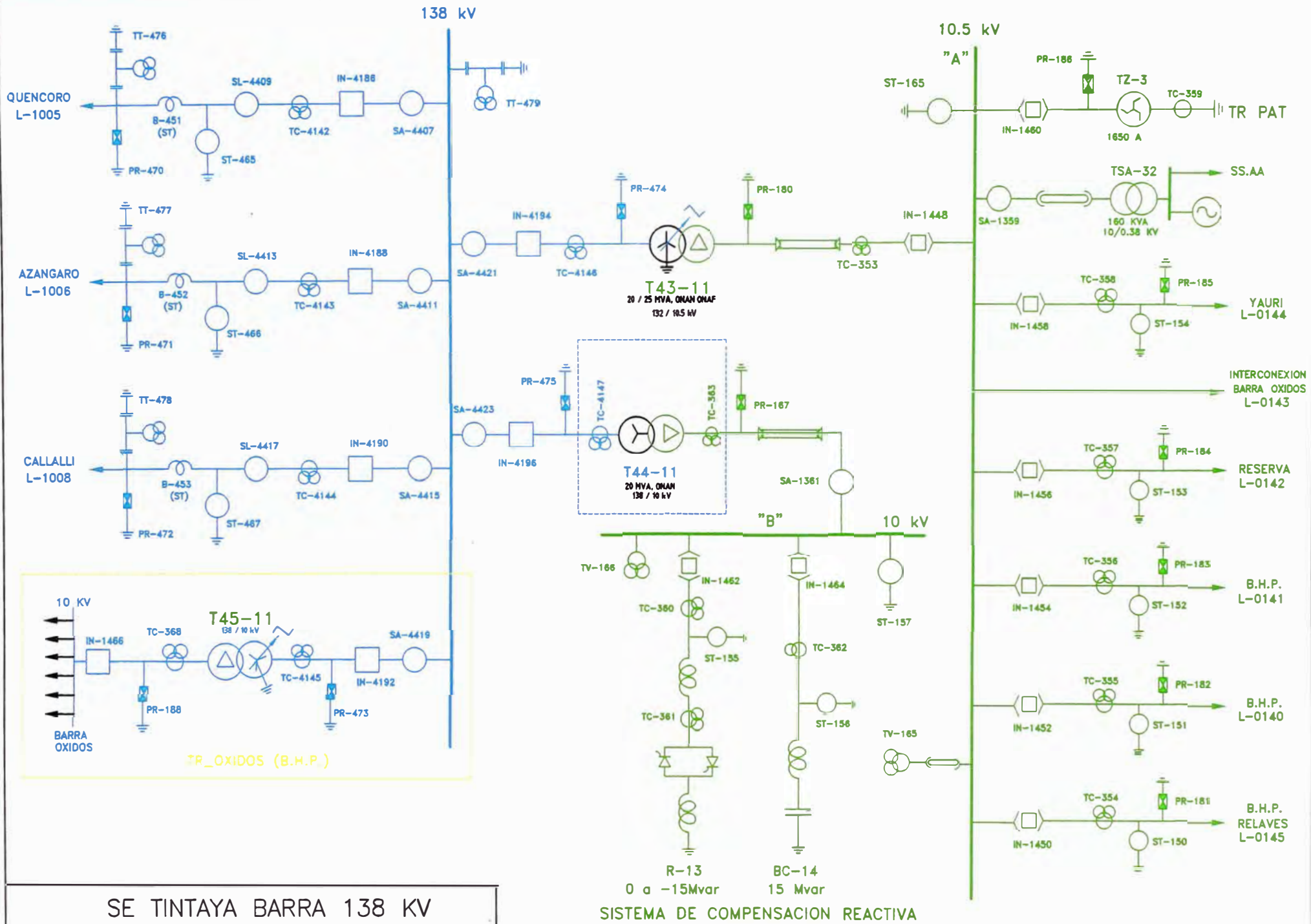
MI SUR



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
□	Interruptor
○	Seccionador
⊥—○	Seccionador de Tierra
◁□▷	Interruptor Extraible
⊗	Generador
⊗—⊗	Transformador de Potencia de 2 devanados
—	Barra
→	Carga

Color	Nivel de Tensión
— (Blue)	138 kV
— (Dark Blue)	60 kV
— (Green)	< 15 kV

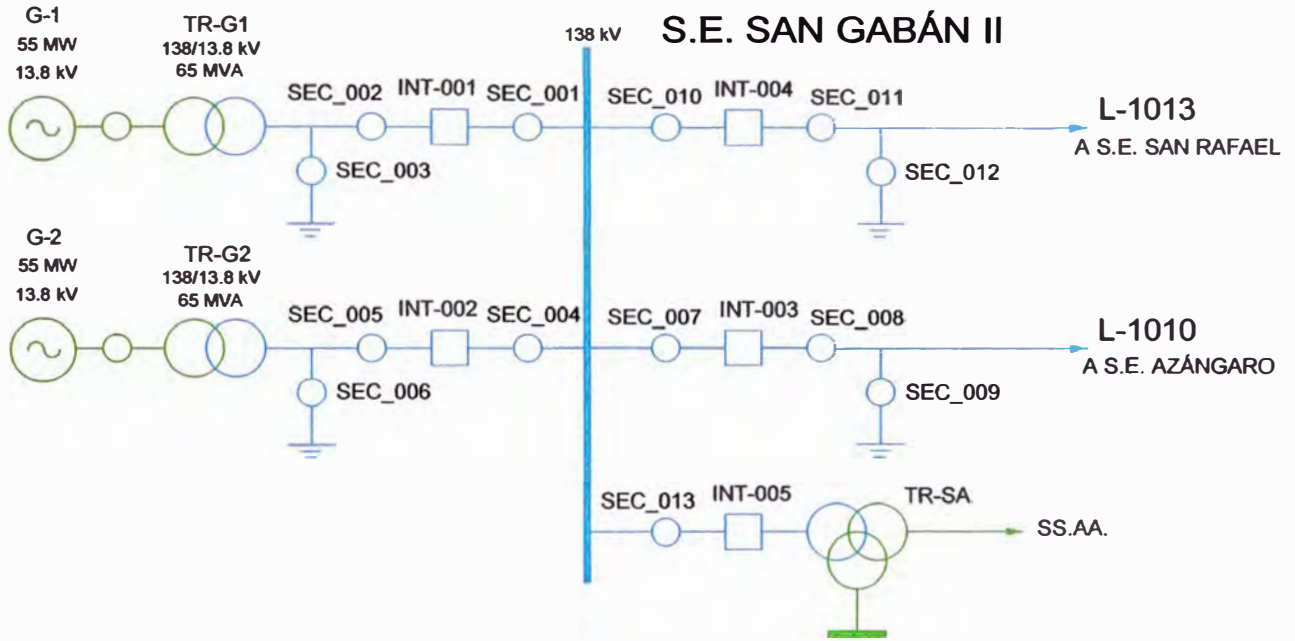
S.E. SAN RAFAEL – BARRA 138 kV
SAN GABÁN



SE TINTAYA BARRA 138 KV

SISTEMA DE COMPENSACION REACTIVA

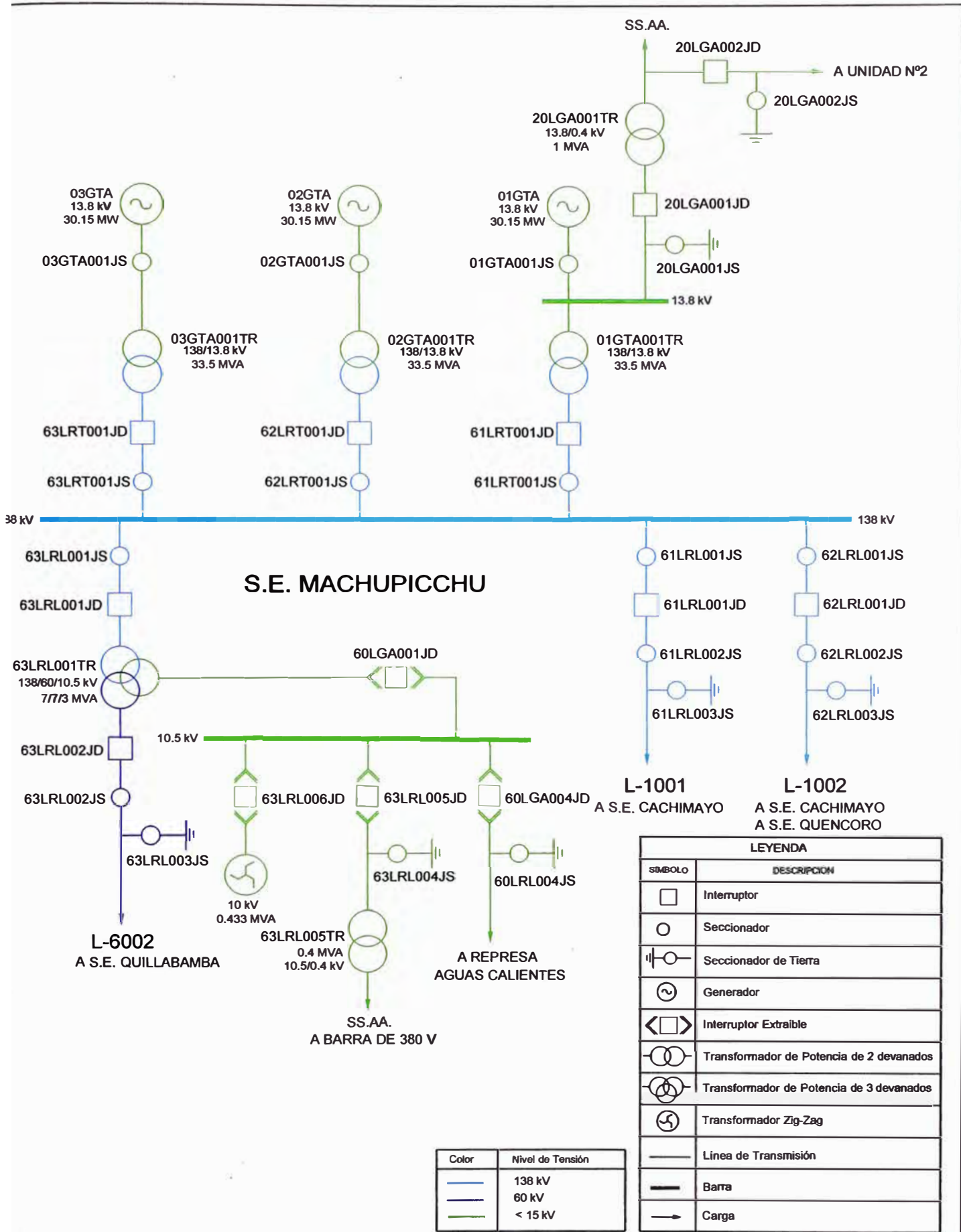
C.H. SAN GABÁN II



LEYENDA	
BOLD	DESCRIPCION
□	Interruptor
)	Seccionador
○	Seccionador de Tierra
⊙	Generador
⊗	Transformador de Potencia de 2 devanados
⊘	Transformador de Potencia de 3 devanados
—	Línea de Transmisión
—	Barra
→	Carga

Color	Nivel de Tensión
— (Blue)	138 kV
— (Green)	< 15 kV

S.E. SAN GABÁN II – BARRA 138 kV
SAN GABÁN



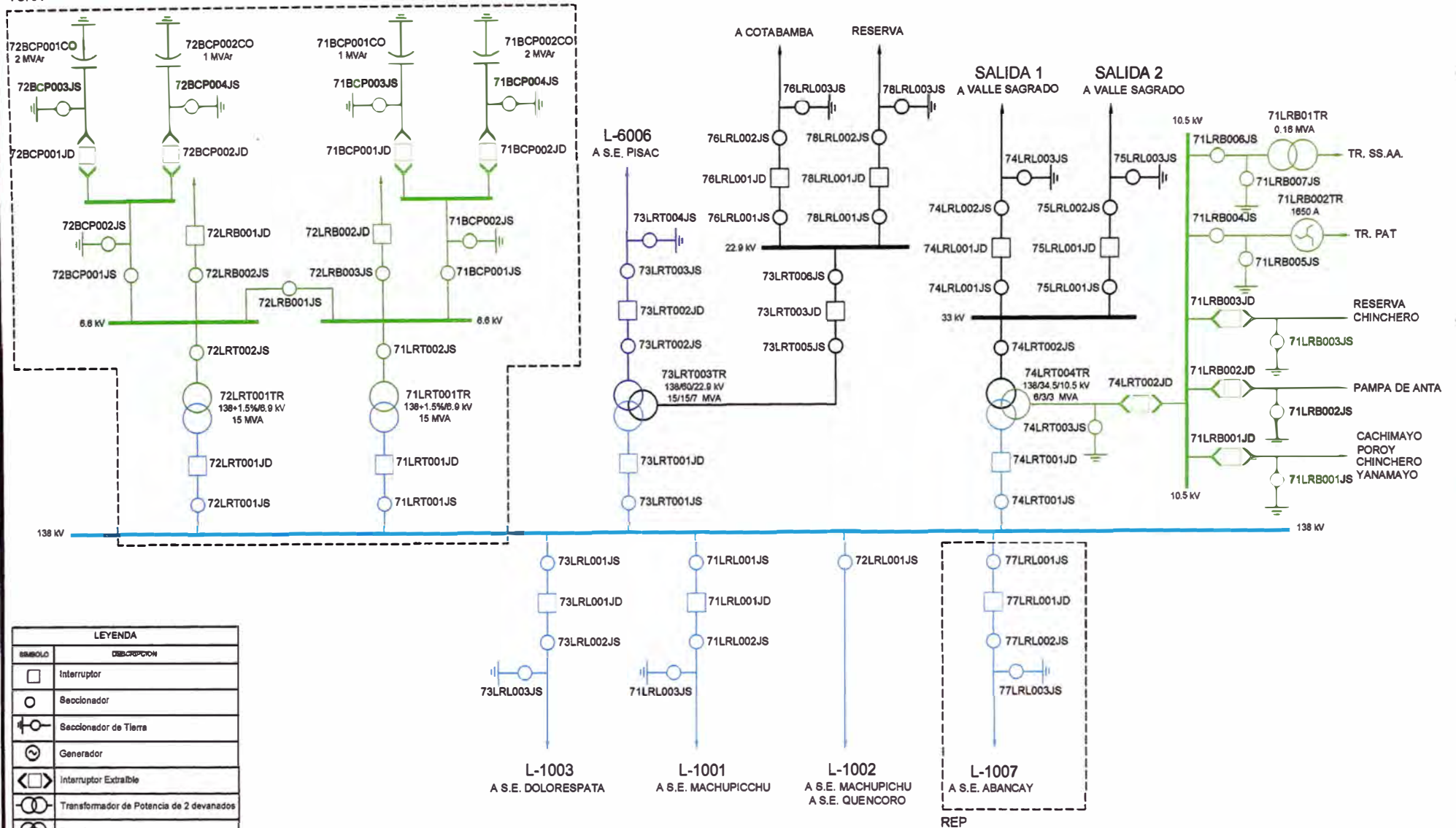
S.E. MACHUPICCHU

**S.E. MACHUPICCHU – BARRA 138 kV
EGEMSA**

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
□	Interruptor
○	Seccionador
⊥○	Seccionador de Tierra
⊗	Generador
◁▷	Interruptor Extraible
⊗⊗	Transformador de Potencia de 2 devanados
⊗⊗⊗	Transformador de Potencia de 3 devanados
⊗	Transformador Zig-Zag
—	Línea de Transmisión
—	Barra
→	Carga

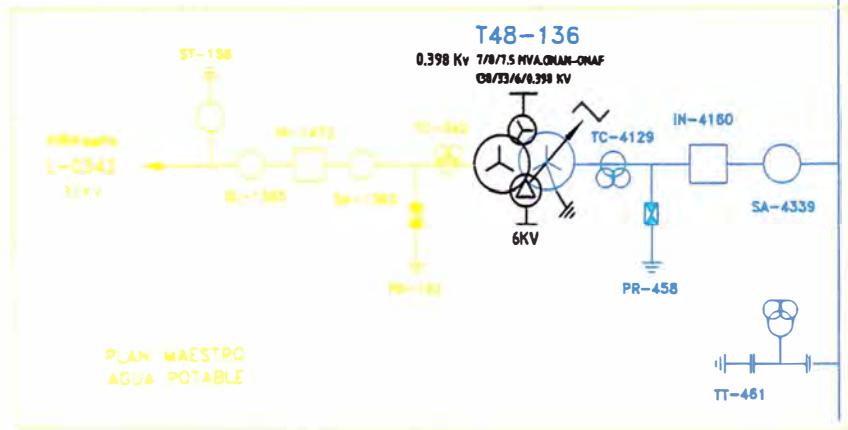
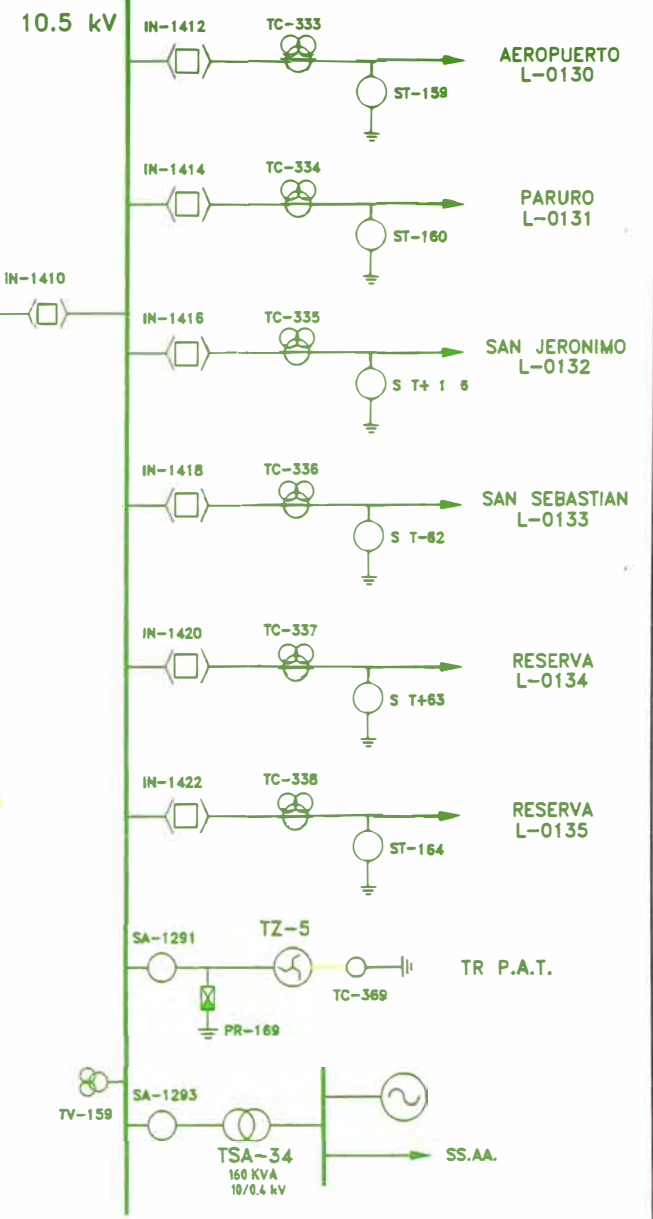
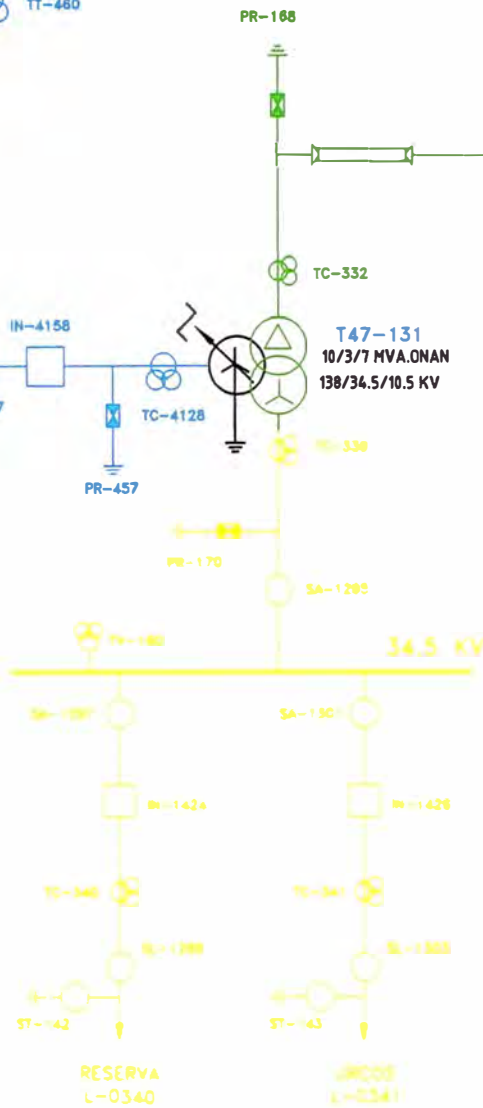
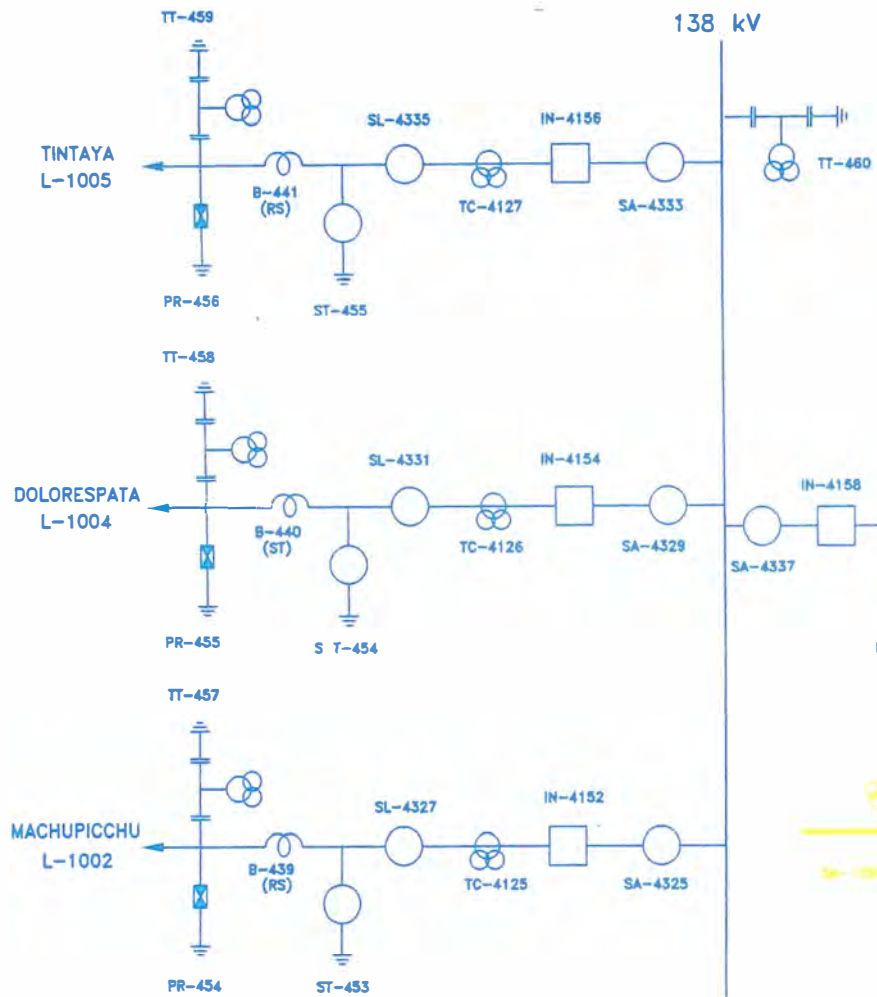
Color	Nivel de Tensión
— (Azul)	138 kV
— (Verde)	60 kV
— (Verde Oscuro)	< 15 kV

YURA



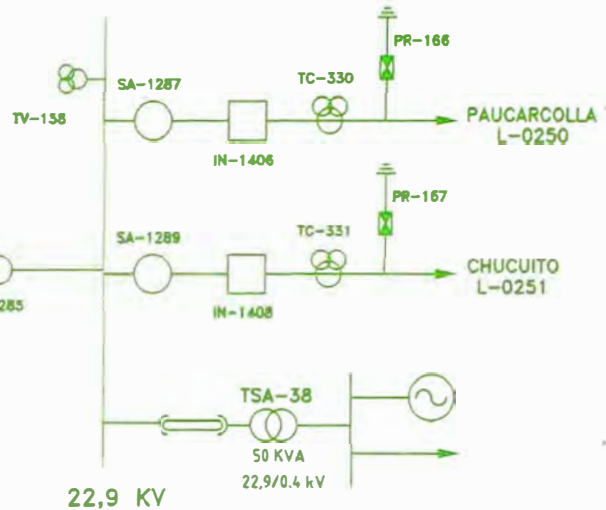
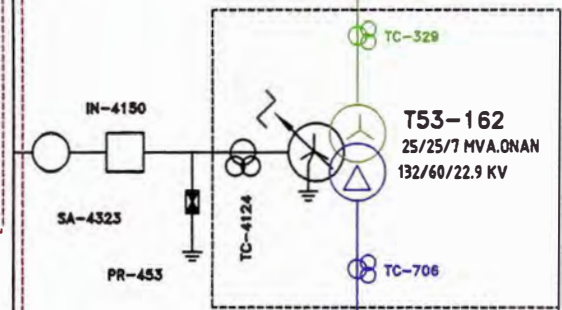
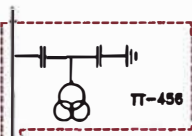
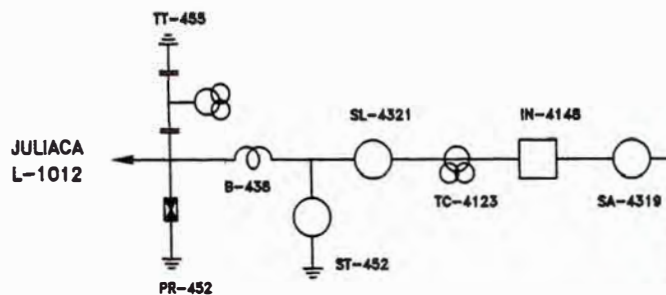
Color	Nivel de Tensión
Blue	138 kV
Green	60 kV
Black	15-34 kV
Red	< 15 kV

S.E. CACHIMAYO - BARRA 138 kV
EGEMSA

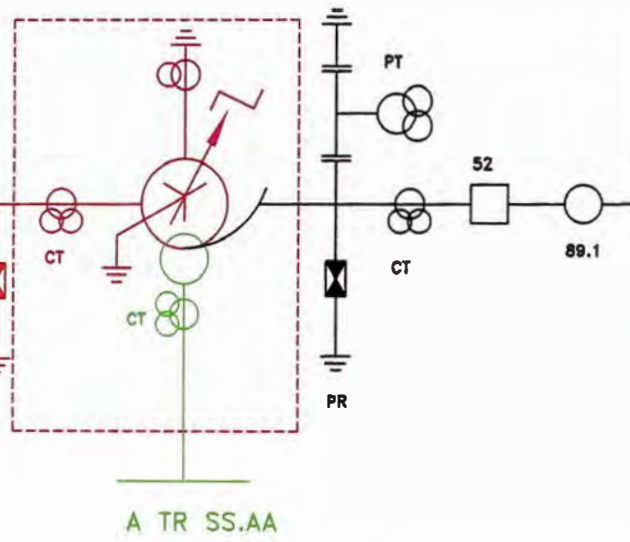


SE QUENCORO BARRA 138 KV

138 kV

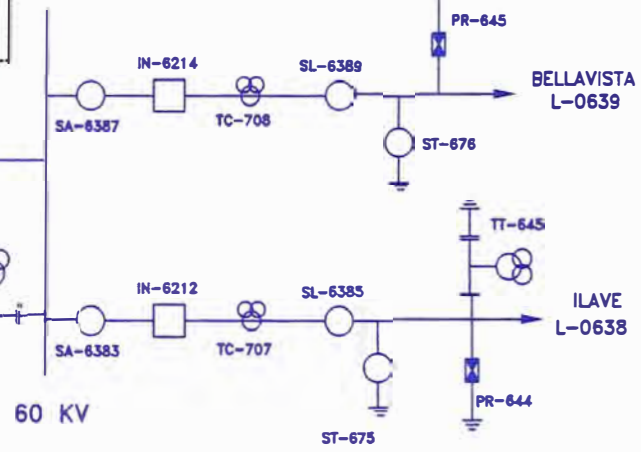


MOQUEGUA
L-2030
220 Kv



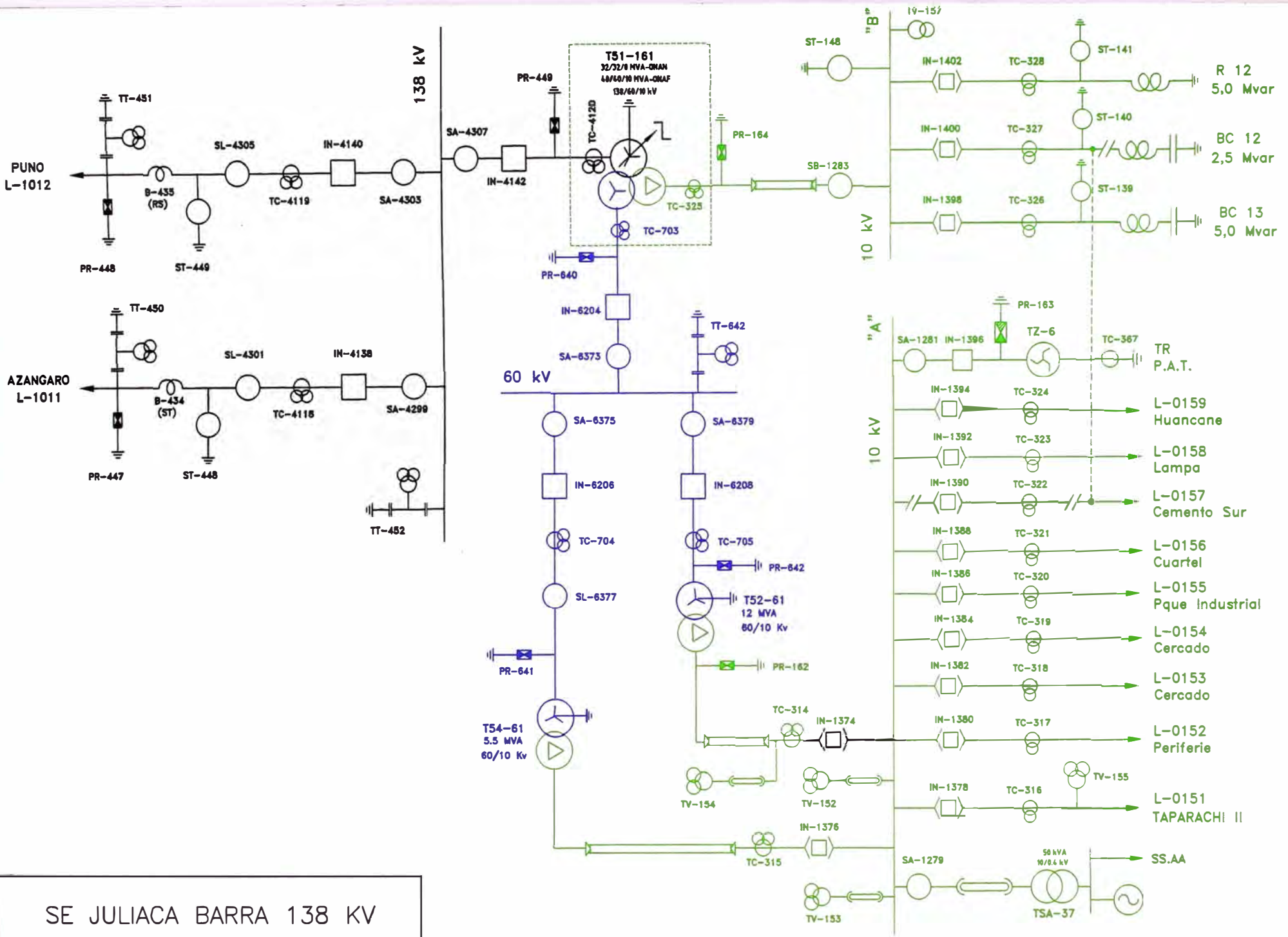
REDESUR

138 kV

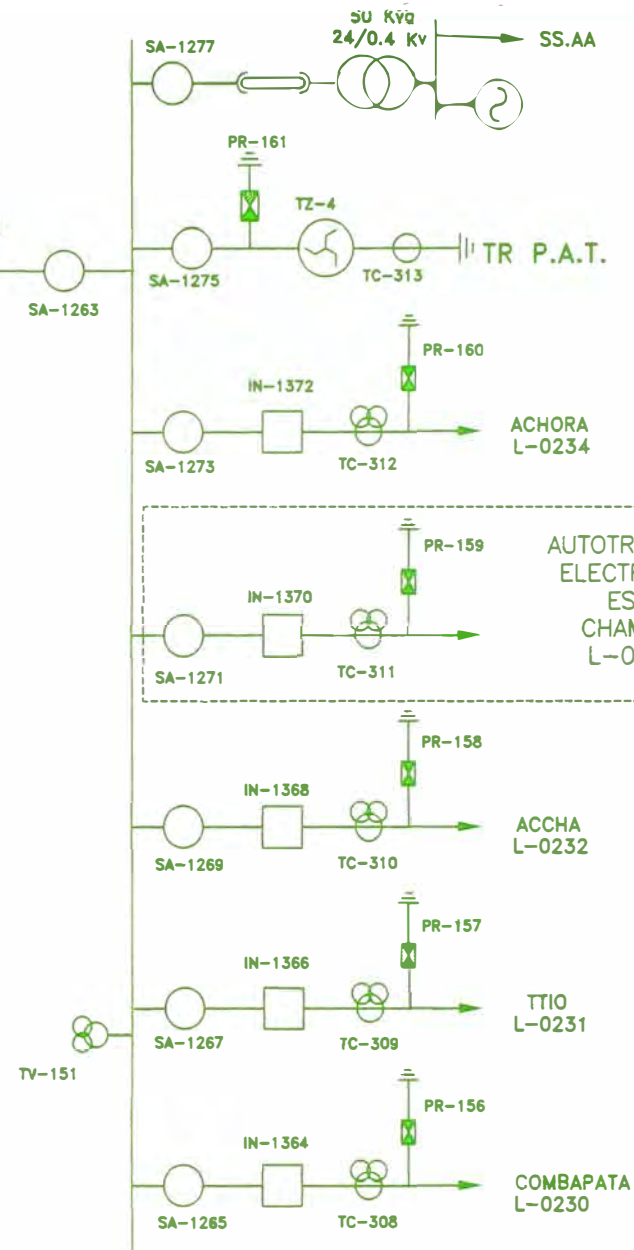
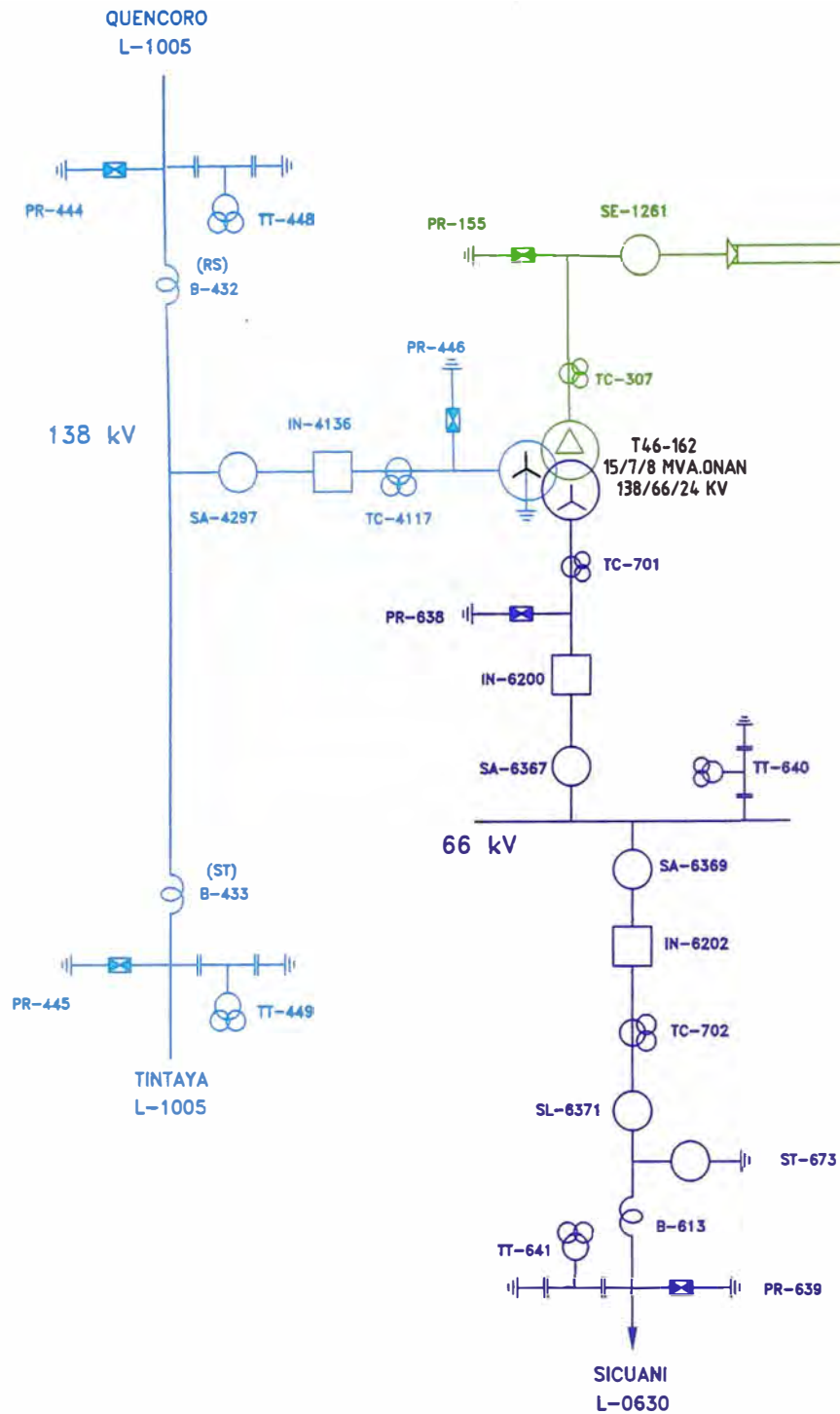


60 KV

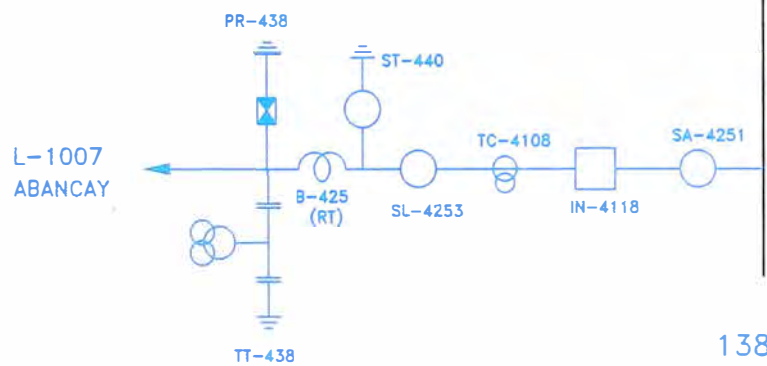
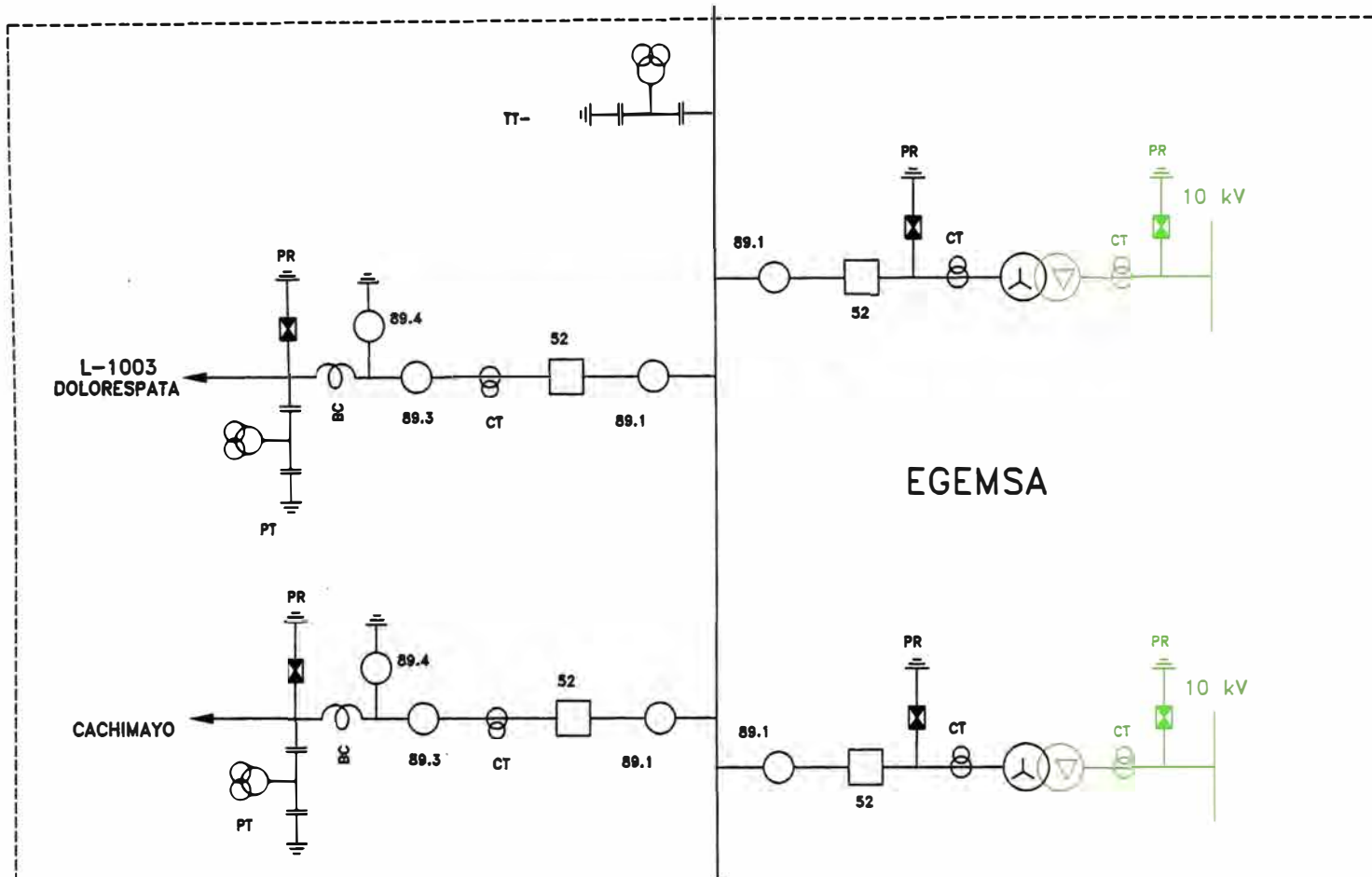
SE PUNO BARRA 138 KV



SE JULIACA BARRA 138 KV

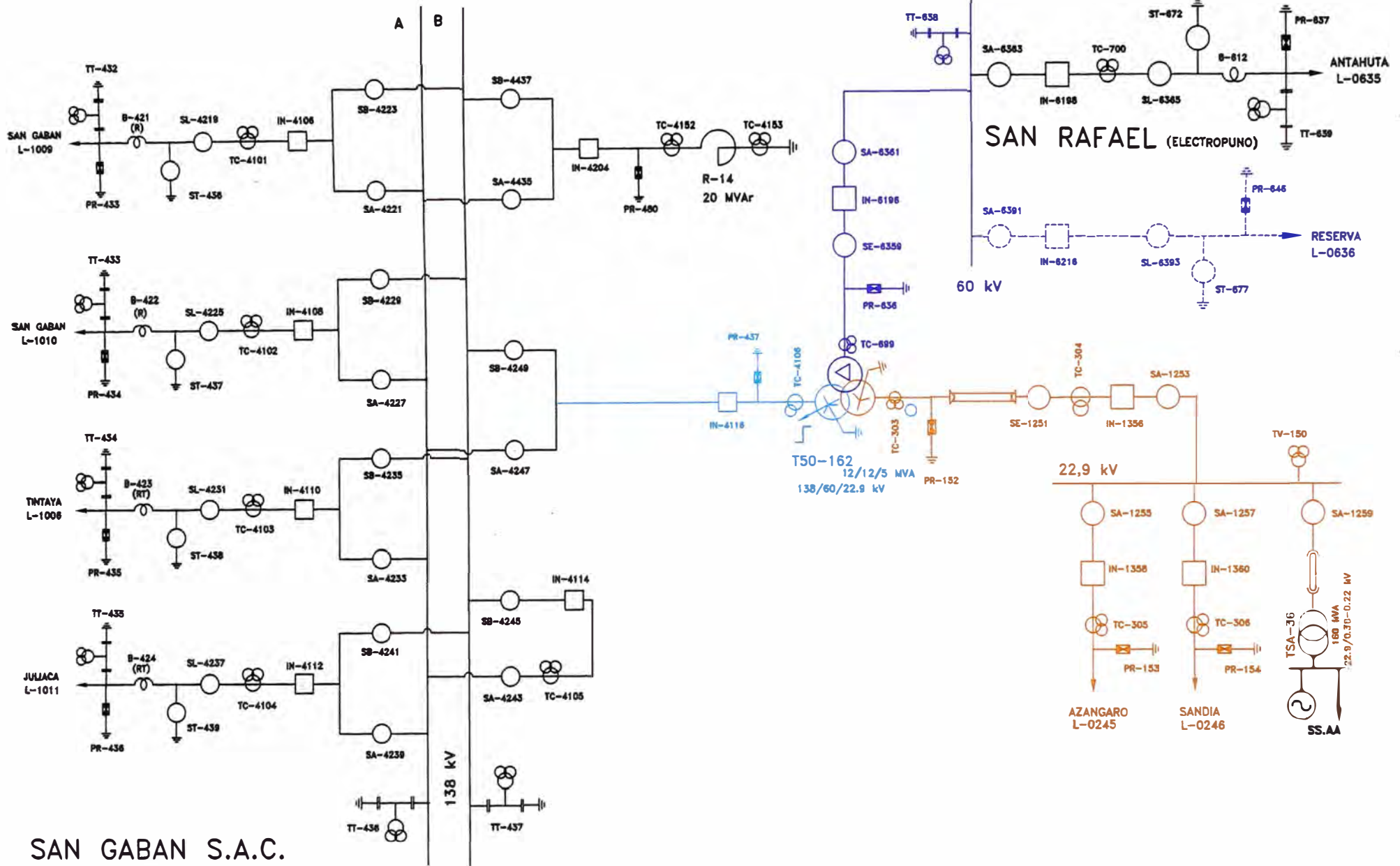


SE COMBAPATA BARRA 138 KV



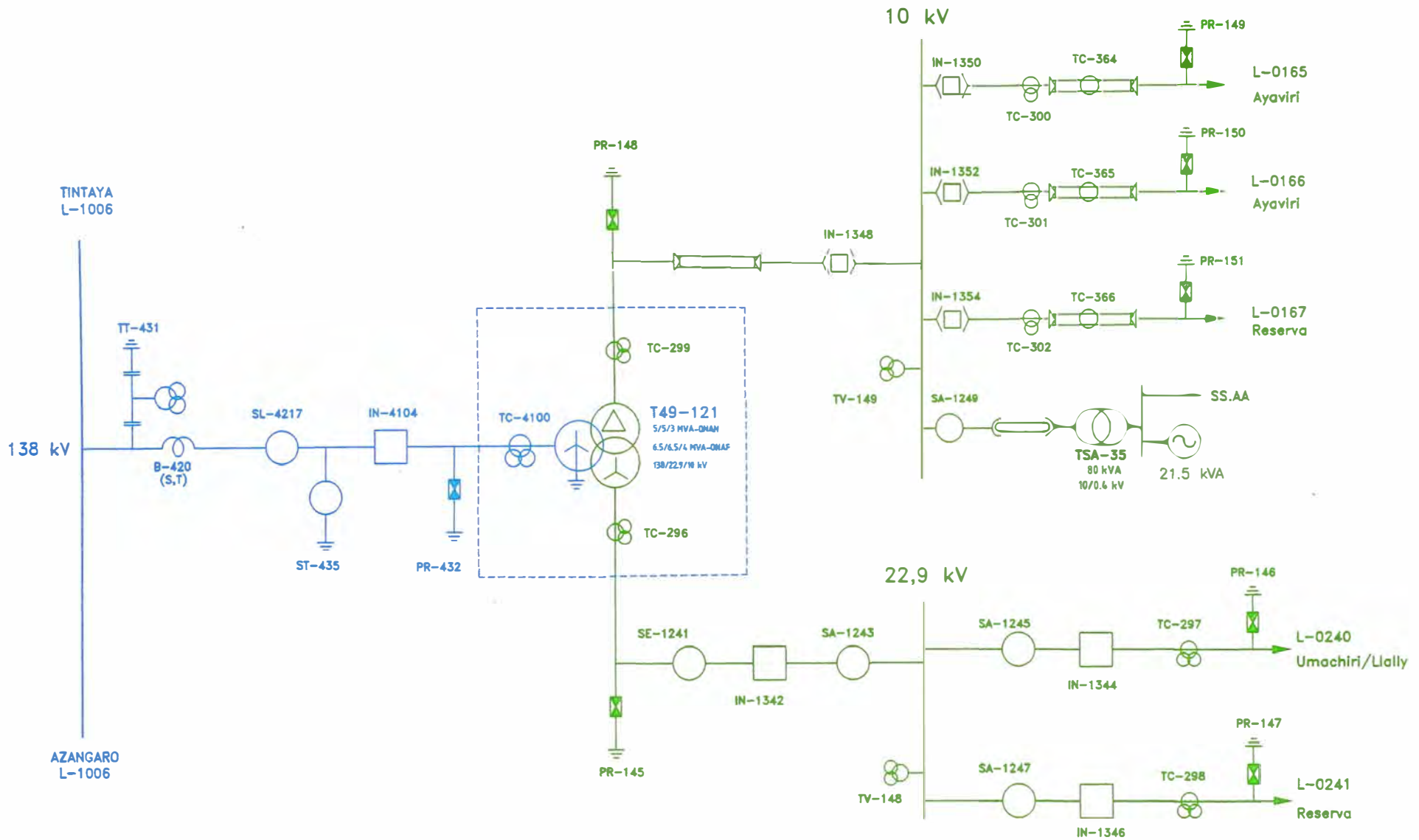
138 kV

SE CACHIMAYO BARRA 138 KV



SAN GABAN S.A.C.

SE AZANGARO BARRA 138 KV



SE AYAVIRI BARRA 138 KV

BIBLIOGRAFÍA

- 1 CESI. “Informe Final del estudio de Rechazo de Generación en las centrales de San Gabán y Machupicchu, ante desconexión de las líneas L-1008 o L-1011”, CESI RETE A3/023325, 2003.
- 2 CESI, “Pruebas de Estabilidad de la CH San Gabán II”, CESI RETE A0/038187. 2000.
- 3 CESI, “Pruebas de Estabilidad Permanente de la CH San Gabán II”, CESI RETE A2/021260, 2002.
- 4 CESI, “Pruebas de Estabilidad Permanente de la CH Charcani V”, CESI RETE A2/021863, 2002.
- 5 Kundur, P. “Power System Stability and control”, EPRI, 1998.
- 6 Base de Datos del COES SINAC
- 7 Informes de Análisis de Fallas del COES SINAC