

Fue calculada la repetibilidad del método de rutina propuesto, determinación volumétrica de hierro con EDTA y Tiron como indicador, para los diferentes niveles de concentración de muestras de mineral laterítico y en fase de procesamiento, no encontrándose diferencias significativas con las correspondientes con el método volumétrico con dicromato de potasio.

Queda demostrada la posibilidad de automatizar las valoraciones para la determinación de hierro, tanto con dicromato de potasio como utilizando EDTA como valorante.

Se recomienda la utilización del método de determinación volumétrica de hierro con EDTA, usando Tiron como indicador en mineral laterítico, ya que el mismo es más rápido, sencillo y económico que el método habitual con dicromato de potasio.

REFERENCIAS

1. FLASCHKA, H. A.: EDTA Titrations. Pergamon Press Inc, New York, 1964.
2. Norma Sectorial NS 01-10-02 "Determinación volumétrica de hierro en mineral laterítico. Método del dicromato de potasio". 1974.
3. NÚÑEZ, F.: "Estudio del método complejométrico de determinación de Fe con EDTA en mineral laterítico". Investigación Laboratorio Central ECRRL. Nicaro, 1978.
4. SCHWARZENBACH, G.: Complexometric Titrations. Methuen and Co. Ltd., London, 1957.

CDU: 621.311:621.314/ 316.3 (729.16)

OPTIMIZACION DE LA COMPENSACION DE LA POTENCIA REACTIVA EN LA EMPRESA "COMANDANTE PEDRO SOTTO ALBA" MEDIANTE LA PROGRAMACION DINAMICA

RESUMEN

En el presente trabajo se perfecciona la elección de los bancos de condensadores para la compensación de la potencia reactiva de la Empresa "Comandante Pedro Sotto Alba", el cálculo de su potencia y el lugar de la colocación de los mismos en el esquema de distribución de la energía eléctrica, mediante la aplicación del método de la programación dinámica en una computadora, con el objetivo de elevar el $\cos \varphi$ de la empresa hasta el valor normado por el sistema energético nacional.

El cálculo realizado y la variante propuesta aseguran el mínimo de inversiones básicas para la instalación de los condensadores con el máximo efecto económico alcanzado, que se refleja en la disminución de las pérdidas de tensión y de la potencia en los elementos de la red.

REVISTA MINERIA Y GEOLOGIA, 3-84

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ
ПЕДРО СОТО АЛЬБА МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАМИРОВАНИЯ

Резюме

В данной работе оптимизируется выбор конденсаторных батарей для компенсации реактивной мощности на предприятии Педро Сото Альба, расчёт их мощности и места установки в схеме распределения электрической энергии путём использования метода динамического программирования на вычислительной машине, с целью повышения $\cos \varphi$ предприятия до нормированного национальной энергосистемой значения.

Произведенные расчёты и предложенный вариант обеспечивают минимальные капитальные вложения на установку конденсаторных батарей при достижении максимального экономического эффекта, выраженного в уменьшении потерь напряжения и мощности в элементах электрической сети.

OPTIMIZING THE COMPENSATION OF THE REACTIVE
POWER IN THE "COMANDANTE PEDRO SOTTO ALBA"
PLANT THROUGH DYNAMIC PROGRAMING

ABSTRACT

This work optimizes the selection of condenser banks for compensating the reactive power in the "Comandante Pedro Sotto Alba" plant, the calculation of the power and the place, condensators should occupy in the electric power distribution scheme, by applying the dynamic-programing method, to a computer, with the aim of elevating the $\cos \varphi$ of the plant up to the value established by the national electric power system.

Both, the calculation carried out and the variant suggested provide for a minimum of basic investments in the installation of condensators, with the best economic effect. A reflection of this are less losses of tension and power in the elements of the net.

OPTIMIZACION DE LA COMPENSACION DE LA POTENCIA
REACTIVA EN LA EMPRESA "COMANDANTE PEDRO SOTTO ALBA"
MEDIANTE LA PROGRAMACION DINAMICA

Rafael Pérez Barreto
Candidato a Doctor en Ciencias Técnicas
Profesor Titular del ISMMMoa

Svietlana Maliuk
Ingeniera
Profesora Auxiliar del ISMMMoa

P. W. Kamenev
Ingeniero Docente del Departamento de Suministro
Eléctrico del IML de Leningrado

La Empresa Niquelífera "Comandante Pedro Sotto Alba" de Moa constituye una de las empresas productoras más importantes del país. La alimentación de sus instalaciones electromecánicas se realiza con la energía eléctrica generada en su propia termoeléctrica, con perspectivas de unirse con el sistema energético nacional. Una de las condiciones indispensables para esta conexión consiste en la necesidad de mantener en las barras de la planta termoeléctrica el $\cos \varphi = 0,92$, valor normado por razones técnicas y económicas para grandes empresas de producción en el país.

En esta empresa como en cualquier otra industria se utilizan ampliamente los motores asincrónicos. La diversidad del equipamiento tecnológico y de los motores asincrónicos con diferentes tensiones nominales determina la necesidad de emplear transformadores de fuerza que reducen la tensión de 13,8 kV, generada en la termoeléctrica a tensiones menores [3].

La presencia de los motores asincrónicos y de los transformadores en el sistema de consumo y de distribución, la fluctuación de las cargas eléctricas durante las variaciones de flujo tecnológico y otros factores determinan un valor máximo del $\cos \varphi = 0,83$ y el valor promedio anual de la planta de níquel (excluyendo la mina) $\cos \varphi = 0,7$.

Por estas razones existe la necesidad de tomar medidas para elevar el $\cos \varphi$ de la empresa hasta el valor normado por el sistema energético nacional. En las condiciones de la empresa niquelífera, determinadas por las cargas eléctricas, por la configuración relativamente compleja del esquema de distribución, por el gran número y la variedad de las subestaciones eléctricas existentes en la empresa, y por el elevado número de motores asincrónicos de pequeñas y medias potencias, la variante más racional de la elevación del factor de potencia la constituye el empleo de condensadores estáticos después de agotar las medidas organizativas racionalizadoras [2].

Es conocido que el máximo efecto técnico de la compensación de la potencia reactiva con los condensadores estáticos se alcanza instalándolos lo más cerca posible del consumidor, o sea cerca del motor eléctrico.

Por otra parte, el costo de los bancos de condensadores de baja tensión en comparación con los de alta es 5 o 6

veces mayor. Pero al mismo tiempo la mayoría de los motores de la empresa son de baja tensión (de 0,48 kV). Por estas razones se hace necesario elegir y situar los bancos de condensadores de tal forma que a la vez que garanticen el factor de potencia exigido se aporte el mayor beneficio para la propia empresa.

Para cumplir este objetivo es indispensable realizar una comparación técnico-económica de las múltiples variantes posibles de colaboración de condensadores con diferentes tensiones, así como fundamentar y elegir la más ventajosa para la empresa. La realización de esta tarea exige un gran volumen de cálculos que es prácticamente imposible realizar sin la ayuda de la computación.

En el presente trabajo se perfeccionó la colocación de los bancos de condensadores en la Empresa "Comandante Pedro Sotó Alba", con el objetivo de elevar su factor de potencia hasta 0,92 y obtener ventajas técnico-económicas para la misma. Para su análisis se ha aplicado el método de programación dinámica y el programa de cálculo elaborado en la cátedra de Suministro Eléctrico del Instituto de Minas de Leningrado. En el trabajo se eligieron las potencias de los bancos de condensadores y el lugar de instalación de los mismos.

El programa de cálculo fue elaborado sobre la base de los siguientes datos iniciales:

- El esquema actual de distribución de la energía eléctrica.
- Potencias resultantes activas y reactivas en los ramales del esquema según los datos de operación en la fábrica.

- Resistencias activas y reactivas de los ramales de la red.
- Esquema estructural de distribución.

Los datos entregados por la computadora son:

- Pérdidas de la potencia en la red de distribución de la empresa, antes y después de la instalación de los bancos de condensadores.
- Número total de unidades de la potencia reactiva.
- Gastos reducidos para la variante óptima de la colocación de los condensadores.
- Distribución de la potencia de los condensadores con la indicación del punto de la instalación del banco en la red
- Número de unidades de los condensadores y el valor de la potencia del banco.
- Situación óptima de los bancos de condensadores en la red de distribución.

El programa es aplicable a las redes de distribución abiertas de alta y baja tensión.

Los datos iniciales, suministrados a la máquina computadora elaborados sobre la base del esquema de distribución de la Empresa "Comandante Pedro Sotto Alba" están representados en la Tabla 1.

La numeración de los ramales y de los nudos está representada en el esquema de distribución de la empresa (Figura 1), y en el esquema estructural (Figura 2). La secuencia de la numeración se tomó desde los generadores de la Termoeléctrica (indicados en el esquema estructural con el 0), hacia las subestaciones de las plantas, y desde la izquierda del esquema hacia la derecha. Para los cálculos de reducción se tomó en calidad de valor básico

la potencia resultante de dos generadores de trabajo
 $S_{básica} = 15\ 000\ \text{kVA}$.

La resistencia activa y reactiva de los transformadores de fuerza se determinaron por las fórmulas:

$$R = \frac{\Delta P_{cc} \cdot U_{nt}}{S_{nt}} \cdot 10^{-3}$$

$$X = \frac{U_{cc} \cdot U_{nt}^2}{100 \cdot S_{nt}}$$

donde:

- R - resistencia activa del transformador, expresada en Ω ;
- X - resistencia inductiva del transformador, expresada en Ω ;
- P_{cc} - pérdidas de potencia activa del transformador durante el régimen de cortocircuito (dato del catálogo, kW);
- U_{cc} - caída de tensión del transformador durante el régimen de cortocircuito, %;
- U_{nt} - tensión nominal primaria del transformador, kV;
- S_{nt} - potencia nominal del transformador.

De acuerdo con el programa, la computadora primero determina las tensiones en los nudos del esquema. Para esto es necesario representar el régimen establecido en la red de distribución de la empresa con un modelo matemático expresado en forma de ecuaciones algebraicas alineales y solucionar este sistema por el método de iteración de Zeidel con respecto a las tensiones [1].

TABLA 1. Datos iniciales de cálculo de la potencia reactiva del sistema eléctrico de distribución de la empresa niquelífera "Comandante Pedro Sotro Alba".

Número del ramal (1)	Número del nudo del cual el ramal recibe la alimentación (2)	La tensión nominal U, V (3)	Potencia activa consumida P, kW (4)	Potencia reactiva consumida Q, kvar (5)	Resistencia activa del eslabón expresada en ohm (6)	Resistencia inductiva del eslabón expresada en ohm (7)
1	0	13 800	10 327	9104	0,001	0,001
2	1	13 800	465	472	0,100	0,030
3	1	13 800	317	322	0,010	0,030
4	1	13 800	1 190	1206	0,140	0,044
5	1	13 800	2 459	2055	0,073	0,044
6	1	13 800	950	904	0,083	0,025
7	1	13 800	721	731	0,078	0,024
8	1	13 800	3 102	2298	0,072	0,043
9	1	13 800	658	648	0,83	0,025
10	1	13 800	465	468	0,110	0,030
11	2	0 480	143	146	4,500	0,600
12	2	480	322	327	1,200	5,500
13	3	480	125	126	0,900	5,500
14	3	13 800	192	195	0,100	0,030
15	14	480	178	181	1,000	5,500
16	14	13 800	14	14	3,200	1,000
17	4	480	175	177	0,900	5,500
18	4	13 800	1 015	1029	0,038	0,011
19	18	480	385	390	1,200	5,500
20	18	13 800	630	639	0,011	0,004
21	20	2 400	350	355	0,900	5,500
22	20	480	280	284	1,200	5,500
23	5	480	549	557	1,600	5,500
24	5	13 800	1 910	1498	0,026	0,015
25	24	4 160	810	391	1,800	5,500
26	24	480	189	192	1,600	5,500
27	24	480	311	316	1,200	5,500
28	24	6 300	600	600	1,800	5,500
29	6	480	280	284	0,900	5,500
30	6	13 800	570	620	0,100	0,032
31	30	480	0	40	1,200	5,500
32	30	13 800	570	578	0,010	0,003
33	32	2 400	350	355	0,900	5,500
34	32	480	220	223	1,200	5,500
35	7	480	301	305	1,200	5,500
36	7	480	420	426	0,900	5,500
37	8	480	598	607	1,600	5,500
38	8	13 800	2 504	1691	0,026	0,015
39	38	4 160	810	391	1,8	5,500
40	38	480	595	603	1,600	5,500
41	38	480	311	316	1,200	5,500
42	38	6 300	738	381	1,800	5,500
43	9	480	217	220	0,900	5,500
44	9	13 800	441	328	0,087	0,027
45	44	480	193	106	0,900	5,500
46	44	13 800	248	322	0,038	0,011
47	46	480	248	252	1,200	5,500
48	46	1 380	0	70	0,012	0,040
49	48	480	0	70	1,200	5,500
50	10	480	143	146	0,600	4,500
51	10	480	322	326	1,200	5,500

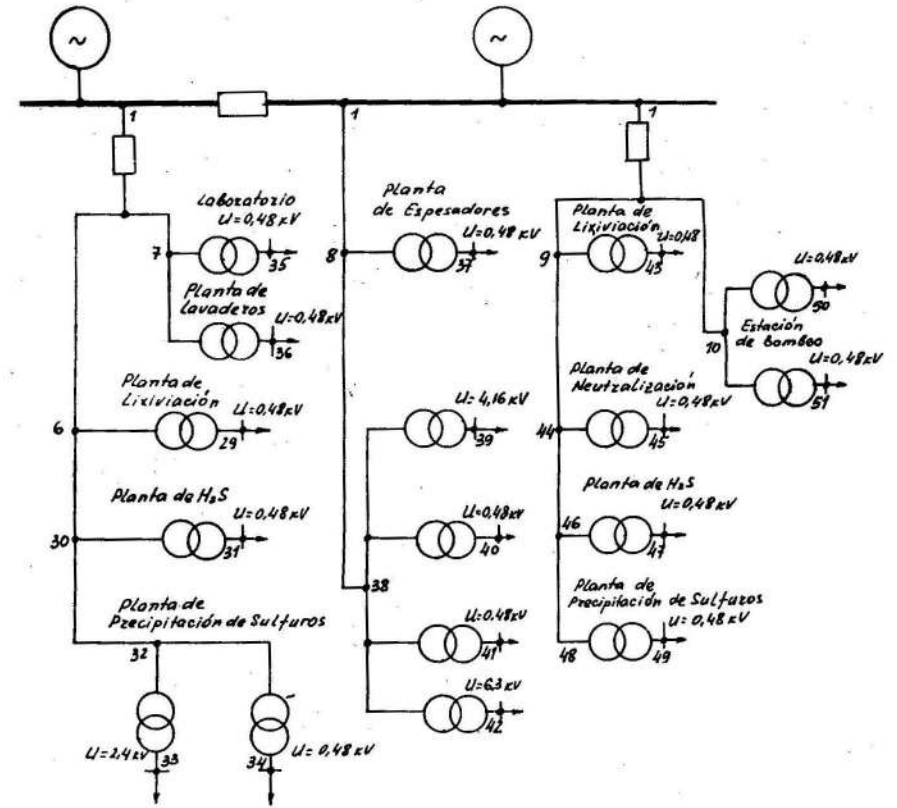
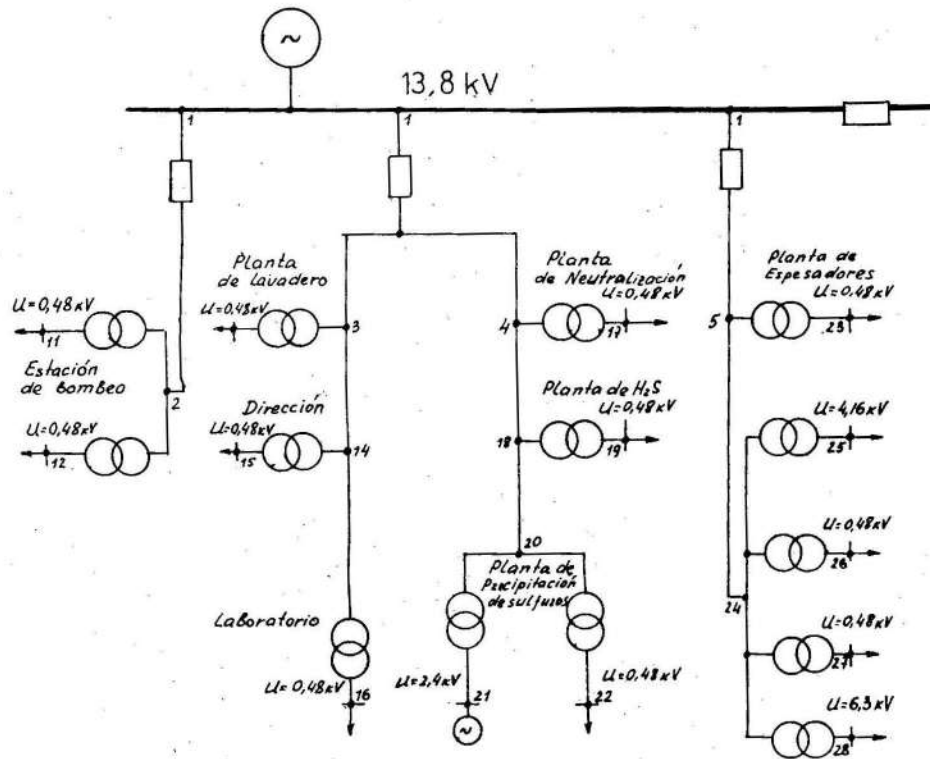


Fig. 1. Esquema monolineal de la distribución de la energía eléctrica de la Empresa "Comandante Pedro Sotto Alba".

Sobre la base de la Primera Ley de Kirchhoff se componen las ecuaciones del balance de las corrientes para todos los nudos del esquema.

$$\dot{U}_i \dot{Y}_{ii} - \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n \dot{Y}_{ij} \dot{U}_j = \frac{\dot{S}_i}{\dot{U}_i} = I_i \quad (1)$$

donde:

- \dot{U}_i, \dot{U}_j - tensiones en los nudos i, j del esquema;
- \dot{Y}_{ij} - conductibilidad transversal del ramal del esquema;
- \dot{Y}_{ii} - conductibilidad propia del nudo i del esquema;
- \dot{S}_i - potencia de carga del ramal

De la ecuación (1) la tensión del nudo i se determina:

$$\dot{U}_i = \frac{\sum_{j=1}^n \dot{Y}_{ij} \dot{U}_j + \frac{\dot{S}_i}{\dot{U}_i}}{\dot{Y}_{ii}} \quad (2)$$

El valor de la tensión \dot{U}_i en la ecuación (2) está incluido en la parte izquierda y derecha de la ecuación, por lo que la solución de la misma es posible sólo por el método de la aproximación sucesiva (o sea el método de iteraciones).

Ya que se conoce el valor del vector $\dot{U}_i^{(k)}$, entonces la iteración $(K + 1)$ se determina:

$$\dot{U}_i^{(k+1)} = \frac{\sum_{j=1}^n \dot{Y}_{ij} \dot{U}_j^{(k)} + \frac{\dot{S}_i}{\dot{U}_i^{(k)}}}{\dot{Y}_{ii}}$$

Durante la determinación del valor $\dot{U}_i^{(k)}$ se colocan en la parte derecha de la ecuación los valores de $\dot{U}_i^{(k+1)}, \dots, \dot{U}_{i-1}^{(k+1)}$ y obtenemos el esquema de cálculo de las iteraciones por Zeidel, realizado en el programa:

$$\dot{U}_i^{(k+1)} = \frac{\sum_{j=1}^{i-1} \dot{Y}_{ij} \dot{U}_j^{(k+1)} + \sum_{j=i+1}^n \dot{Y}_{ij} \dot{U}_j^{(k)} + \frac{\dot{S}_i}{\dot{U}_i^{(k)}}}{\dot{Y}_{ii}}$$

En la primera aproximación en todos los nudos del esquema la tensión se toma:

$$\dot{U}_i^{(1)} = 1 + j0$$

Posteriormente con el mismo método se determinan los valores $\dot{U}_i^{(k)}$ hasta el cumplimiento en todos los nudos del esquema con la condición:

$$|\dot{U}_i^{(k+1)} - \dot{U}_i^{(k)}| \leq \mathcal{E}, \quad i = 1, \dots, n$$

donde:

\mathcal{E} - es el número pequeño convencionalmente elegido

$$\mathcal{E} = (0,001 - 0,01) \min P_i$$

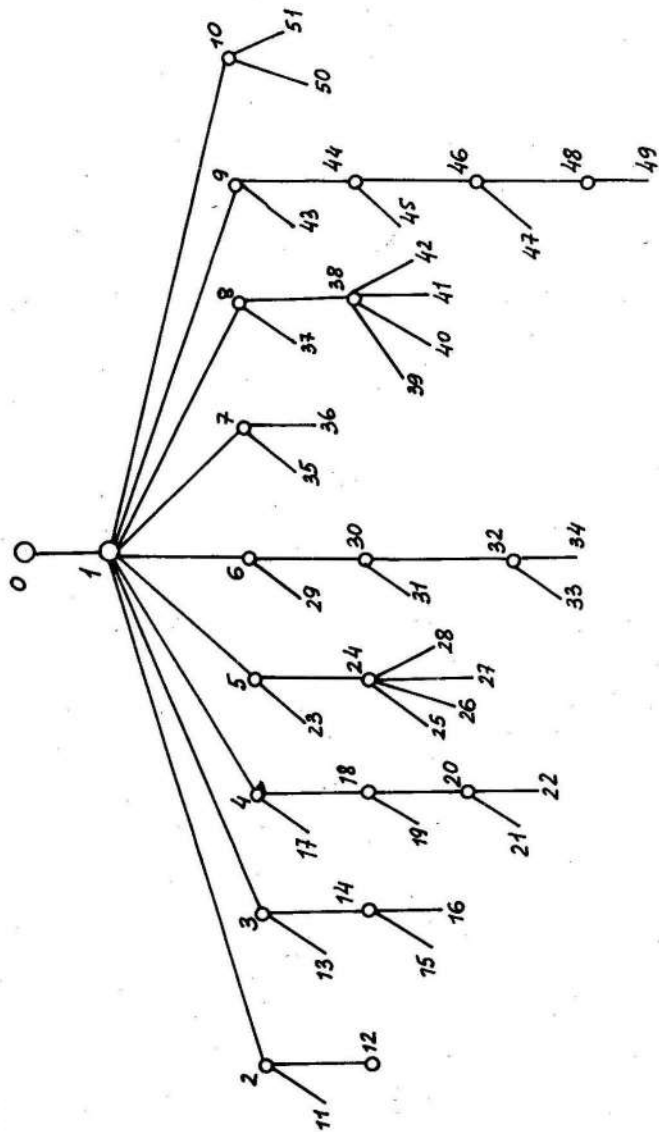


Fig. 2. Esquema estructural de la distribución de la energía eléctrica de la empresa.

Por la diferencia de las tensiones en los nudos del esquema y las conductibilidades conocidas de los ramales, se determinan las pérdidas de la potencia en cada ramal y las pérdidas resultantes de la potencia en la red de distribución de la empresa.

Determinando las pérdidas de la potencia en los nudos del esquema y en la red de distribución en su conjunto antes y después de la compensación de la potencia reactiva se determina el efecto económico de la instalación de los bancos de condensadores.

La elección de la potencia de los bancos de condensadores y de los puntos de la colocación en la red se realiza por el método de la programación dinámica, que constituye un aparato matemático extremadamente poderoso.

La esencia del método consiste en la sustitución de una tarea con múltiples variables, por multiplicidad de las tareas sucesivamente solucionadas con un número sustancialmente disminuido de variables.

La principal ventaja de este método consiste en que permite la solución de las tareas en situaciones en que no son aplicables otros métodos conocidos. Al mismo tiempo, el método de la programación dinámica permite analizar un gran número de posibles variantes.

La ecuación para determinar los gastos mínimos totales se presenta de la forma siguiente:

$$C = \sum_{i=1}^n C_{ki}(Q_{ki}) + G_p$$

donde:

- $C_k(Q_{ki})$ - gastos para la instalación y la explotación de bancos de condensadores
 G_p - gastos relacionados con las pérdidas de la potencia reactiva en las redes eléctricas

Los gastos para la instalación y la explotación de los bancos de condensadores no regulables se determinan por la ecuación:

$$C_k(Q_k) = (K_o + K_e Q_k) \Sigma$$

donde:

- K_o - inversiones básicas para la instalación del equipamiento de la conmutación;
 K_e - inversiones básico-específicas para la instalación de los bancos de condensadores;
 Q_k - potencia reactiva de los bancos de condensadores;
 $p\Sigma$ - descuentos anuales de las inversiones básicas, determinados como la suma del coeficiente normado de la efectividad p_n ; descuentos de la amortización p_a y de servicio p_s

$$p\Sigma = p_n + p_a + p_s$$

Los gastos anuales relacionados con las pérdidas de la potencia y de energía en los elementos de la red se determinan por la ecuación:

$$G_{pi} = (Q_i - Q_{ki})^2 R_i K$$

donde:

- Q_i - carga reactiva del elemento i de la red
 Q_{ki} - carga reactiva compensada
 R_i - resistencia reactiva del elemento i de la red
 K - coeficiente de proporcionalidad que toma en consideración el costo de la energía eléctrica y el tiempo de carga.

En esta ecuación sólo se consideran las pérdidas de potencia producidas por la componente reactiva de las corrientes.

El algoritmo de la optimización consiste en la solución directa e inversa de la tarea.

La solución directa de la tarea de la compensación óptima de la potencia reactiva se divide en varios pasos, y en cada uno de ellos se incluye para el análisis el nudo de la posible instalación de los bancos de condensadores (Tabla 2).

El primer paso analiza la instalación de los bancos de condensadores en el primer nudo del esquema, los demás nudos no se toman en consideración. En nuestro caso el primer paso corresponde al nudo 1, o sea a las barras de 13,8 kV de la termoeléctrica. Para este eslabón de la red la característica inversa equivalente de los gastos es $Z_i(Q_{k1}^e)$ y constituye la dependencia de los gastos mínimos calculados para la compensación de la potencia reactiva Q , en el eslabón analizado de la potencia resultante reactiva de los bancos de condensadores.

Es necesario aclarar que en la solución de la tarea de la compensación de la potencia reactiva en la Empresa "Coman-

TABLA 2. Resultados del cálculo de la computadora.

Numeración de los ramales	Potencia reactiva del nudo	Potencia del banco del condensador	Número de secciones de condensadores
1	0,607	0,0	0
2	0,031	0,030	2
3	0,021	0,0	0
4	0,080	0,060	4
5	0,137	0,030	2
6	0,060	0,0	0
7	0,049	0,0	0
8	0,153	0,0	0
9	0,043	0,0	0
10	0,031	0,0	0
11	0,010	0,0	0
12	0,022	0,0	0
13	0,008	0,015	1
14	0,013	0,0	0
15	0,012	0,0	0
16	0,001	0,0	0
17	0,012	0,015	1
18	0,069	0,015	1
19	0,026	0,030	2
20	0,043	0,0	0
21	0,024	0,030	2
22	0,019	0,0	0
23	0,037	0,045	3
24	0,100	0,045	3
25	0,026	0,0	0
26	0,013	0,0	0
27	0,021	0,0	0
28	0,40	0,0	0
29	0,19	0,0	0
30	0,041	0,0	0
31	0,003	0,015	1
32	0,039	0,0	0

TABLA 2. (Continuación).

Numeración de los ramales	Potencia reactiva del nudo	Potencia del banco del condensador	Número de secciones de condensadores
33	0,024	0,0	0
34	0,015	0,0	0
35	0,020	0,0	0
36	0,028	0,0	0
37	0,040	0,0	0
38	0,113	0,0	0
39	0,026	0,0	0
40	0,040	0,0	0
41	0,021	0,0	0
42	0,025	0,0	0
43	0,015	0,0	0
44	0,029	0,0	0
45	0,007	0,0	0
46	0,021	0,0	0
47	0,017	0,030	2
48	0,005	0,0	0
49	0,005	0,0	0
50	0,010	0,0	0
51	0,022	0,0	0

dante Pedro Sotto Alba" se tomaron los condensadores con la potencia reactiva $q = 75$ kvar monofásicos, de esta manera la sección trifásica o la unidad estará formada por tres condensadores con una potencia total de 225 kvar.

El resultado del cálculo muestra que el máximo efecto económico, o sea el mínimo de gastos para la instalación de los condensadores estáticos, se logra para la empresa niquelífera mediante la instalación de las 24 secciones de los bancos de condensadores. El análisis se realiza hasta para 40 secciones. La óptima selección de la potencia de los condensadores se aclara con el gráfico de la Figura 3, que muestra los gastos mínimos totales en función del número de secciones de los bancos de condensadores que hay que instalar.

En el segundo paso se realiza el perfeccionamiento conjunto de las dos primeras fuentes de la potencia reactiva. En este paso se analizan las dos primeras líneas. La minimización de los gastos se realiza de acuerdo con la correlación:

$$Z_2(Q_{k2}^e) = \min \{ G_2(Q_{k2}) + Z_1(Q_{k2}^e - Q_{k2}) \}$$

donde:

$G_2(Q_{k2})$ - gastos para el segundo ramal con el banco de condensadores con la potencia;

$Z_1(Q_{k2}^e - Q_{k2})$ - gastos mínimos para el primer ramal con la potencia reactiva

$$Q_{k1} = Q_{k2}^e - Q_{k2}$$

La determinación del valor óptimo se realiza por la ecuación dada para cada valor discreto admisible de la potencia Q_{k2}^e de las dos primeras fuentes.

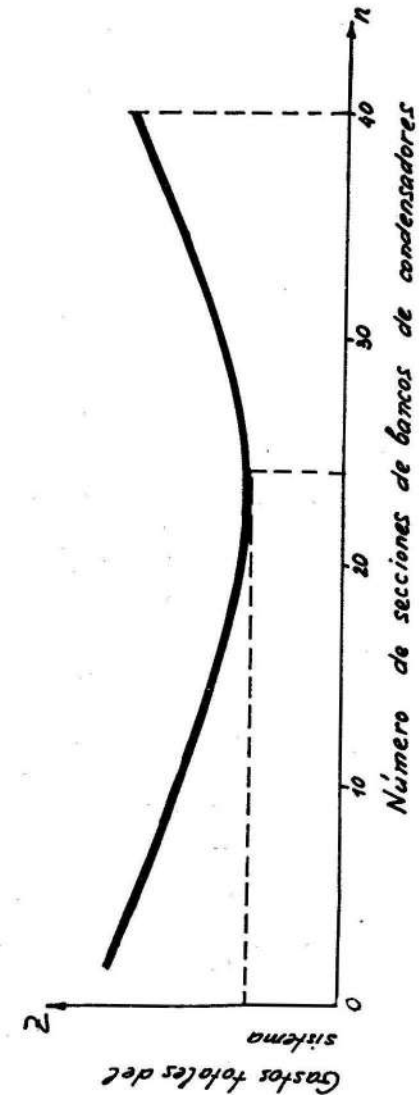


Fig. 3. La óptima selección del número y de la potencia de los condensadores.

La construcción de la característica $Z_i(Q_{ki}^e)$ se realiza en el intervalo $Q_{ke}^e \min \leq Q_{ki}^e \leq Q_{ki}^e \max$ con el paso $h = 1$.

La minimización se realiza para cada valor indicado de la potencia Q_{ki}^e mediante un simple traslado de la potencia Q_{ki} de i fuente por todas las posibles magnitudes.

En este proceso el valor óptimo de la potencia reactiva se registra en la memoria de la computadora $Q_{ki}(Q_{ki}^e)$.

De esta manera, en cada paso se memorizan las dependencias $Z_i(Q_{ki}^e)$ y $Q_{ki}(Q_{ki}^e)$, como quiera que dentro de las magnitudes analizadas de las potencias Q_{ki} se incluye también la variante $Q_{ki} = 0$, que corresponde a la ausencia de la fuente reactiva en el nudo, se puede considerar conjuntamente con la elección de la potencia óptima del banco de condensadores estáticos y se selecciona también el lugar de su colocación en la red de distribución.

En los resultados de cálculo mostrados en la Tabla 2, el 0 significa que no es racional la instalación de los condensadores en los puntos dados de la red.

Analizando los resultados del cálculo podemos señalar que para la Empresa "Comandante Pedro Sotto Alba", el máximo efecto técnico-económico de la instalación de los bancos de condensadores se alcanza colocando en las subestaciones de las plantas de bombeo, neutralización, espesadores, H_2S y ácido sulfúrico, en la parte de 13,8 kV, un total de 12 secciones para una potencia reactiva de 2 700 kvar. El resto de las secciones, 12 en total con igual potencia, deben colocarse en la parte de 0,48 kV en las subestaciones de las plantas de neutralización, lavaderos, H_2S , espesadores y ácido sulfúrico.

La potencia reactiva de los bancos de condensadores en unidades relativas de la potencia total, la cantidad de secciones que hay que instalar y la indicación del nudo donde deben colocarse dichos bancos se muestran en la Tabla 2 y en el esquema monolineal de la empresa.

CONCLUSIONES

La elección y colocación arbitraria de condensadores de compensación pueden conducir a resultados desventajosos en el orden técnico, económico o ambos.

El esquema de suministro eléctrico de la empresa "Comandante Pedro Sotto Alba" es relativamente complejo, aunque admite múltiples variantes para elevar el factor de potencia, no todas igualmente ventajosas. Una solución racional de este problema se ha obtenido aplicando el método de programación dinámica corrido en una computadora de fabricación soviética.

Como resultado del cálculo se han determinado el tipo de potencia, lugar y colocación de los bancos de condensadores que garanticen con el mínimo de gastos obtener mayores resultados técnicos.

Los resultados se han obtenido con los datos y el esquema operativo de la empresa. El método puede ser aplicado para cualquier esquema abierto en cualquier empresa del país o precisado para las variaciones de los índices que puedan haber tenido lugar.

Para la Empresa "Comandante Pedro Sotto Alba" el máximo efecto económico se logra mediante la instalación de 24 secciones de condensadores (12 de alta y 12 de baja) con un total de 5 400 kvar cuya colocación se propone en el presente trabajo.

1. ARIONOV, V. D.: Aplicación de la programación dinámica en problemas electroenergéticos. Ed. Shtintsa. Kishinyov, 1981.
2. MALIUK, S. y R. PEREZ BARRETO: "Sobre el ahorro de energía eléctrica mediante la racionalización del servicio energético de empresas de producción" en Revista Minería y Geología no. 2, 1983.
3. PEREZ BARRETO, R. y S. MALIUK: "Posibilidades de ahorro mediante la racionalización del esquema de suministro eléctrico de la Empresa "Pedro Sotto Alba" en Revista Minería y Geología no. 3, 1983.

CDU: 621.9:331.015.11 (729.1)

ESTUDIO SOBRE LA ORGANIZACION DEL TRABAJO
DEL TALLER DE MAQUINADO DE LA EMPRESA
"COMANDANTE RENE RAMOS LATOUR" DE NICARO

RESUMEN

El taller de maquinado de una empresa constituye una de las fuentes principales de aseguramiento de las piezas de repuesto de la misma.

El presente trabajo tiene como objetivo la organización de la producción del taller, abordando aspectos relacionados con el mejoramiento de las condiciones de trabajo y eficiencia económica, para lograr así el incremento de la productividad de los obreros y reducir los costos de producción.

Para realizar el trabajo se partió de las condiciones del taller de una empresa, del estado técnico del equipamiento y de la organización y análisis de las áreas de trabajo.

REVISTA MINERIA Y GEOLOGIA, 3-84