

CDU: 528. 48



IV ENCUENTRO CIENTIFICO TECNICO DEL NIQUEL

Cada dos años en el INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO de Moa se lleva a efecto, con carácter internacional, el EVENTO CIENTIFICO TECNICO DEL NIQUEL, en el cual podrán participar investigadores y técnicos de la producción vinculados con la minería, geología y metalurgia aplicadas al níquel.

El próximo evento se desarrollará en 1989. Los trabajos presentados deben reunir los siguientes requisitos

- *En la primera cuartilla se hará constar nombres y apellidos del autor (autores) dirección del centro de trabajo y teléfono, si lo tuviera.*
- *En la segunda cuartilla aparecerá el resumen, el cual será un esbozo breve del trabajo, con no más de 150 palabras.*
- *En la tercera cuartilla comenzará el texto del trabajo, el cual deberá ser mecanografiado a dos espacios en cuartillas de formato A4 (19 x 28 cm)*

CONTROL DE LOS EJES DE LAS CONSTRUCCIONES POR METODOS GEODESICOS.

Ing. Norberto Ferrera A. ; Ing. Ana C. Che V. , Instituto Superior Minero Metalúrgico; C. Dr. Alejandro Chibunichev, Instituto de Minas de Leningrado

RESUMEN

Con este trabajo se logró crear una metodología para el control horizontal de los ejes de las construcciones utilizando métodos geodésicos. Se expresa la base teórica utilizada para resolver el problema. Los cálculos necesarios se realizan por métodos computacionales y exponemos el algoritmo que se utiliza en el programa en lenguaje de programación BASIC.

Con esta metodología pueden ser investigados todo tipo de construcciones.

ABSTRACT

With this paper we achieve to create a methodology for the horizontal control of the construction shafts using geodesical methods. We express the theoretical basis to solve the problem. The necessary calculus are executed by computer methods and we expose the algorithm that is used in the BASIC program language.

With this methodology all types of constructions can be examined.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de verificar si los ejes del objeto de obra "01" (Tolva de recepción), y el edificio de la banda transportada que se encuentra a su lado en la planta de níquel "Cmde Ernesto Lavara" son paralelos, según aparece en el proyecto de la construcción.

Para realizar el trabajo se marcaron en lugares característicos, de dichas construcciones, los puntos de control 1, 2, 3, 11 según aparece representado en la figura 1.

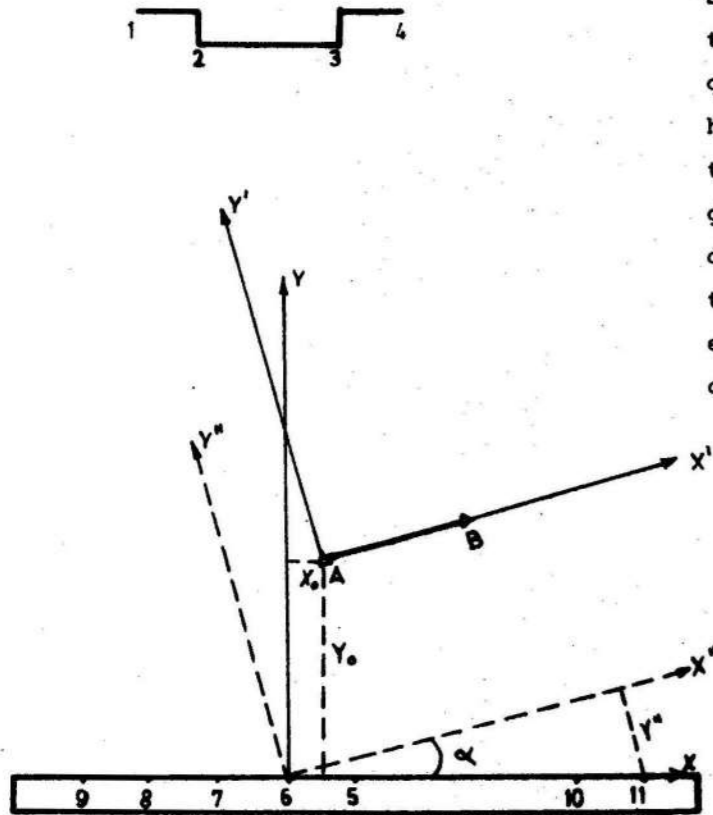


Figura 1

Para dar solución a la tarea planteada determinamos las coordenadas geodésicas de los puntos de control, y dada la disposición espacial de las construcciones seleccionamos el método de intersecciones directas por ángulos.

En el trabajo se utilizaron ecuaciones generales que permiten calcular las coordenadas del punto de control con mayor rapidez estas son:

$$X = \frac{A \operatorname{ctg} \lambda_B + B \operatorname{ctg} \lambda_A + Y_B - Y_A}{\operatorname{ctg} \lambda_A + \operatorname{ctg} \lambda_B} \quad (1)$$

$$Y = \frac{A \operatorname{ctg} \lambda_B + B \operatorname{ctg} \lambda_A + X_B - X_A}{\operatorname{ctg} \lambda_A + \operatorname{ctg} \lambda_B}$$

Se escogió una base de medición entre las construcciones, de manera que desde los extremos de la base hubiera visibilidad hasta los puntos de control, como se ve en la figura 2. El instrumento seleccionado para el trabajo fue THEO 010 A teodolito de fabricación alemana, el cual permite medir una dirección con una precisión de 8''.

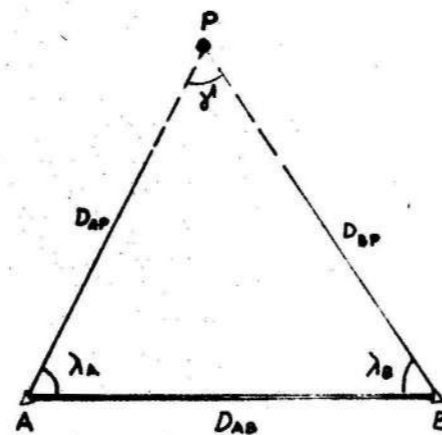


Figura 2

Las exigencias del trabajo requieren, que las coordenadas de los puntos se determinen con una precisión de ± 1 cm. Las coordenadas de los puntos de control se determinaron en un sistema de coordenadas arbitrario, cuyo origen estaba en el punto A de la base de medición (figura 3).

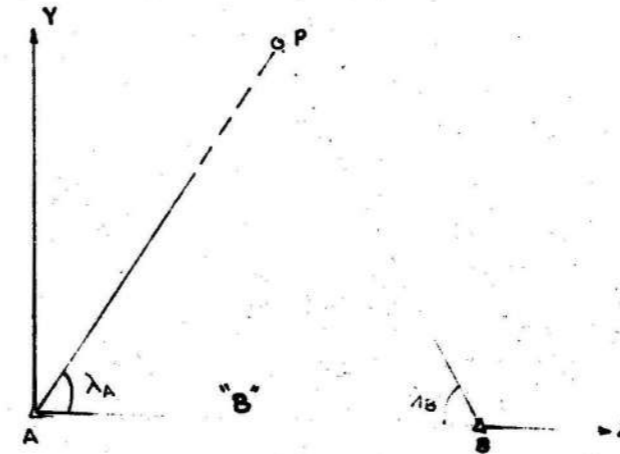


Figura 3

Para calcular la precisión con que se determinaron las coordenadas de los puntos de control se derivaron las ecuaciones (1) con respecto a A y B, luego de algunas transformaciones se obtuvieron las ecuaciones.

$$m_x = \sqrt{\frac{B \cos^2 \lambda_B \operatorname{sen}^2 \lambda_B + \operatorname{sen}^2 \lambda_A + \operatorname{sen}^2 \lambda_B (\operatorname{ctg} \lambda_A + \cos^2 \lambda_A \operatorname{sen}^2 \lambda_B) + \operatorname{ctg} \lambda_B)^2}{m^2 \lambda}} \quad (2)$$

$$m_y = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}^4 \lambda_B + \operatorname{sen}^2 \lambda_A + \operatorname{sen}^2 \lambda_B (\operatorname{ctg} \lambda_A + \operatorname{sen}^4 \lambda_B) + \operatorname{ctg} \lambda_B)^2}{m^2 \lambda}} \quad (3)$$

Estas ecuaciones permiten calcular la precisión obtenida en el cálculo de las ecuaciones de las coordenadas de los puntos de control.

La medición de la longitud de la base de medición se realizó con mira de base Bala 2M, de construcción alemana, así como el THEO 010 A, utilizándose el esquema de medición con mira de base en el extremo (figura 4).

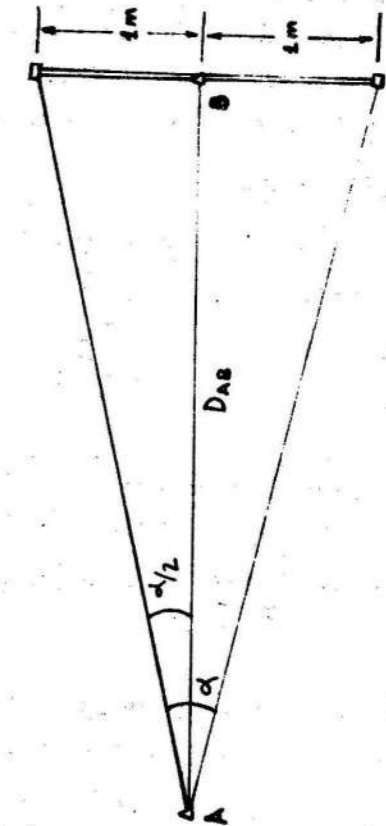


Figura 4

La precisión necesaria en la medición de la base se obtiene por las ecuaciones.

$$m_X^2 = m_B^2 \left(\frac{\partial X_p}{\partial B} \right)^2$$

$$m_Y = m_B \left(\frac{\partial Y}{\partial B} \right)^2$$

Se obtuvo que la precisión en la medición de la base era de ± 2 mm. La precisión necesaria en la medición del ángulo paraláctico se calculó por la ecuación:

$$m_\alpha = m_B \operatorname{sen}^2 \alpha$$

Se obtuvo que el error medio cuadrático en la medición del ángulo paraláctico no podía superar $\pm 5''$

Para la medición de los ángulos se escogió el método de reiteración con cierre al horizonte, admitiéndose una diferencia entre series no mayor de $5''$.

El número de series se determinó por la ecuación:

$$m_\alpha = \frac{M}{\sqrt{n}}$$

donde:

M - error medio cuadrático en la medición del ángulo.

m_α - error medio admisible en la medición del ángulo.

Se obtuvo como resultado que debían realizarse 3 series de mediciones.

Como la base de medición se escogió de forma arbitraria, ésta no está orientada con respecto a las construcciones por lo que las coordenadas que se obtienen no son representativas. Es necesario referir las

coordenadas a un sistema, en el cual el eje x sea paralelo a una de las construcciones.

Para solucionar este problema se traslada el origen del sistema de coordenadas (X'Y') de la base al punto 6 por ejemplo, obteniendo el sistema de coordenadas X''Y'' paralelo al X'Y'. Utilizando una matriz rotacional A_α se rota el sistema X''Y'' hasta el XY.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} + A_\alpha \begin{bmatrix} X' \\ Y' \end{bmatrix}$$

donde:

X, Y - Coordenadas de los puntos en el sistema girado y desplazado.

X_0, Y_0 - Coordenadas del origen del sistema X'Y' en el sistema XY.

A_α - Matriz rotacional.

X'Y' - Coordenadas de los puntos en el sistema de la base (X'Y').

El ángulo de giro del sistema X''Y'' se calculó como:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{Y''}{X''}$$

La matriz rotacional está determinada por los cosenos directores de la siguiente forma:

$$A_\alpha = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \operatorname{sen} \alpha \\ -\operatorname{sen} \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}$$

Finalmente se obtuvieron las ecuaciones transformadas que permiten calcular las coordenadas de los puntos de control en el sistema de coordenadas XY (paralelo a una de las construcciones).

$$X = X'' \cos \alpha + Y'' \operatorname{sen} \alpha$$

$$Y = X'' \operatorname{sen} \alpha + Y'' \cos \alpha$$

Para la realización de todos estos cálculos se confeccionó un programa en lenguaje BASIC para las micro-computadora NEC-PC. El algoritmo utilizado para dar solución al problema planteado se muestra en el anexo 1.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1.

Al analizar los resultados del trabajo llegamos a la conclusión, de que en el objeto de obra 01 existe una desviación en el eje de aproximadamente 4 cm; lo que según el proyecto de la construcción está dentro de los valores permisibles.

Con este trabajo se estableció una metodología que puede ser utilizada en la verificación de la posición espacial que ocupa cualquier tipo de construcción.

Tabla 1 Resultados de las mediciones

No. de los puntos	Precisión		Coordenadas							
	M_X ()	M_Y ()	Base 2 - 3	Base 6 - 10	Base 6 - 11	Base 5 - 10				
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)		
1	0,002	0,004	- 10,54	6,060	48,298	116,145	48,296	116,147	18,284	116,158
2	0,002	0,003	0	0	58,888	110,760	58,885	110,078	28,872	110,088
3	0,002	0,003	48,196	- 0,003	107,084	110,033	107,081	110,035	77,068	110,039

Continuación Tabla 1

No. de los puntos	Precisión		Coordenadas							
	MX (m)	MY (m)	Base X (m)	Base Y (m)	Base X (m)	Base Y (m)	Base X (m)	Base Y (m)		
4	0,002	0,004	58,948	6,262	117,841	116,289	117,839	116,292	87,826	116,194
5	0,002	0,004	-28,768	-110,126	30,027	-0,016	30,024	-0,015	0	0
6	0,005	0,007	-58,795	-110,135	0	0	0	0	-30,027	0,019
7	0,025	0,014	-118,866	-110,214	-60,070	-0,029	-60,070	-0,030	-90,097	-0,003
8	0,044	0,020	-148,897	-110,247	-90,101	-0,036	-90,101	0,038	-120,128	-0,008
9	0,010	0,008	105,194	110,009	163,989	-0,012	63,989	-0,008	133,962	-0,009
10	0,024	0,021	135,161	-109,991	193,956	-0,014	193,956	-0,014	163,926	-0,019

Anexo 1

Método de intersección directa
Diagrama de bloques

