

Estações	Direcções planas	Angulos Azimutais	Coordenadas Rectangulares
A Cabecinhas	$d_B = 86,50,02$ $d_X = 37,64,29$ $d_C = 29,82,19$	$d'_1 = d_B - d_X = 48,85,73$ $d'_2 = d_X - d_C = 7,82,10$ $d'_1 + d'_2 = \hat{A} = 56,67,83$ $R_{AB} - R_{AC} = \dots,68$ $E_1 = +,15$	$M_A = +15,821,18$ $P_A = -14,408,49$ $M_B = +17,000,87$ $P_B = -12,805,29$ $M_C = +15,268,78$ $P_C = -12,297,19$ Rumos e Distancias (dos lados fixos) $M_B - M_A = +1,179,69$ $P_B - P_A = +1,603,20$ $\text{tang } R_{AB} = 0,735,8345 (R_{AB}) = 40,38,55$ $R_{AB} = 40,38,55$ $\overline{AB} = 1,990,45$ $M_C - M_A = -552,40$ $P_C - P_A = +2,111,30$ $\text{tang } R_{AC} = 0,261,6397 (R_{AC}) = 16,29,13$ $R_{AC} = 383,70,87$ $\overline{AC} = 2,182,36$
B Furtado	$d_A = 322,21,88$ $d_X = 381,23,15$ $d_C = 0,00,00$	$\beta'_1 = d_C - d_X = 18,16,85$ $\beta'_2 = d_X - d_A = 59,61,27$ $\beta'_1 + \beta'_2 = \hat{B} = 77,78,12$ $R_{BC} - R_{BA} = \dots,77,98$ $E_2 = +,14$	$\text{tang } R_{AB} = 0,735,8345 (R_{AB}) = 40,38,55$ $R_{AB} = 40,38,55$ $\overline{AB} = 1,990,45$ $M_C - M_A = -552,40$ $P_C - P_A = +2,111,30$ $\text{tang } R_{AC} = 0,261,6397 (R_{AC}) = 16,29,13$ $R_{AC} = 383,70,87$ $\overline{AC} = 2,182,36$
C TC 79	$d_A = 387,55,11$ $d_X = 366,49,31$ $d_B = 322,00,77$	$\gamma'_1 = d_A - d_X = 21,05,80$ $\gamma'_2 = d_X - d_B = 44,48,54$ $\gamma'_1 + \gamma'_2 = \hat{C} = 65,54,34$ $R_{CA} - R_{CB} = \dots,34$ $E_3 = 00$	$M_C - M_B = -1,732,09$ $P_C - P_B = +,508,10$ $\text{tang } R_{BC} = 0,293,3450 (R_{BC}) = 81,83,47$ $R_{BC} = 318,16,53$ $\overline{BC} = 1,805,07$ Correcções $\frac{E_1}{2} = -7,5$ $E_2 = -7,0$ $E_3 = 0,0$

Angulos compensados			
$d'_1 = 48,85,73$	$d'_2 = 7,82,10$	$\beta'_1 = 18,16,85$	$\beta'_2 = 59,61,27$
$\pm \frac{E_1}{2} = -7,5$	$\pm \frac{E_2}{2} = -7,0$	$\pm \frac{E_3}{2} = 0,0$	$\pm \frac{E_4}{2} = 0,0$
$d_1 = 48,85,655$	$d_2 = 7,82,025$	$\beta_1 = 18,16,78$	$\beta_2 = 59,61,20$
$\gamma_1 = 21,05,80$	$\gamma_2 = 44,48,54$	$\gamma_1 = 21,05,80$	$\gamma_2 = 44,48,54$

Cálculo dos Lados			
$\frac{\overline{AC} \cdot \text{sen } \gamma_1}{\text{sen}(\gamma_1 + d_2)} = \frac{708,785}{0,43822094} = 1,617,414$	$\overline{AX} = 1,617,425$	$\frac{\overline{AB} \cdot \text{sen } \beta_2}{\text{sen}(d_1 + \beta_2)} = \frac{1,603,147}{0,9911654}$	$(d_1 + \beta_2) = 108,46855$
$\frac{\overline{BC} \cdot \text{sen } \beta_2}{\text{sen}(\beta_1 + \beta_2)} = \frac{1,161,166}{0,83280416} = 1,394,284$	$\overline{BX} = 1,394,272$	$\frac{\overline{AB} \cdot \text{sen } d_1}{\text{sen}(d_1 + \beta_2)} = \frac{1,381,955}{0,9911654}$	
$\frac{\overline{BC} \cdot \text{sen } \beta_1}{\text{sen}(\beta_1 + \beta_2)} = \frac{508,165}{0,83280416} = 610,186$	$\overline{CX} = 610,213$	$\frac{\overline{AC} \cdot \text{sen } d_2}{\text{sen}(\gamma_1 + d_2)} = \frac{267,408}{0,43822094}$	

Cálculo dos Rumos		
$R_{AC} = 383,70,87$ $+d_2 = 7,82,025$ $391,52895$	$R_{BA} = 240,38,55$ $+ \beta_2 = 59,61,20$ $299,9975$	$R_{CB} = 118,16,53$ $+ \gamma_2 = 44,48,54$ $162,65,07$
$R_{AB} = 40,38,55$ $-d_1 = 48,85655$ $391,52895$	$R_{BC} = 318,16,53$ $- \beta_1 = 18,1678$ $299,9975$	$R_{CA} = 183,70,87$ $- \gamma_1 = 21,0580$ $162,65,07$
$R_{AX} = 391,52895$	$R_{BX} = 299,9975$	$R_{CX} = 162,6507$

Cálculo das Coordenadas	
$M_A = +15,821,18$ $\overline{AX} \cdot \cos R_{AX} = -214,58$ $M^I = +15,606,60$	$P_A = -14,408,49$ $\overline{AX} \cdot \text{sen } R_{AX} = +1,603,13$ $P^I = -12,805,36$
$M_B = +17,000,87$ $\overline{BX} \cdot \cos R_{BX} = -1,394,28$ $M^II = +15,606,59$	$P_B = -12,805,29$ $\overline{BX} \cdot \text{sen } R_{BX} = -0,05$ $P^II = -12,805,34$
$M_C = +15,268,78$ $\overline{CX} \cdot \cos R_{CX} = +337,81$ $M^III = +15,606,59$ $M^I + M^II + M^III = 1,78$	$P_C = -12,297,19$ $\overline{CX} \cdot \text{sen } R_{CX} = -508,16$ $P^III = -12,805,35$ $P^I + P^II + P^III = 1,05$
$M = \frac{M^I + M^II + M^III}{3} = +15,606,59$	$P = \frac{P^I + P^II + P^III}{3} = -12,805,34$

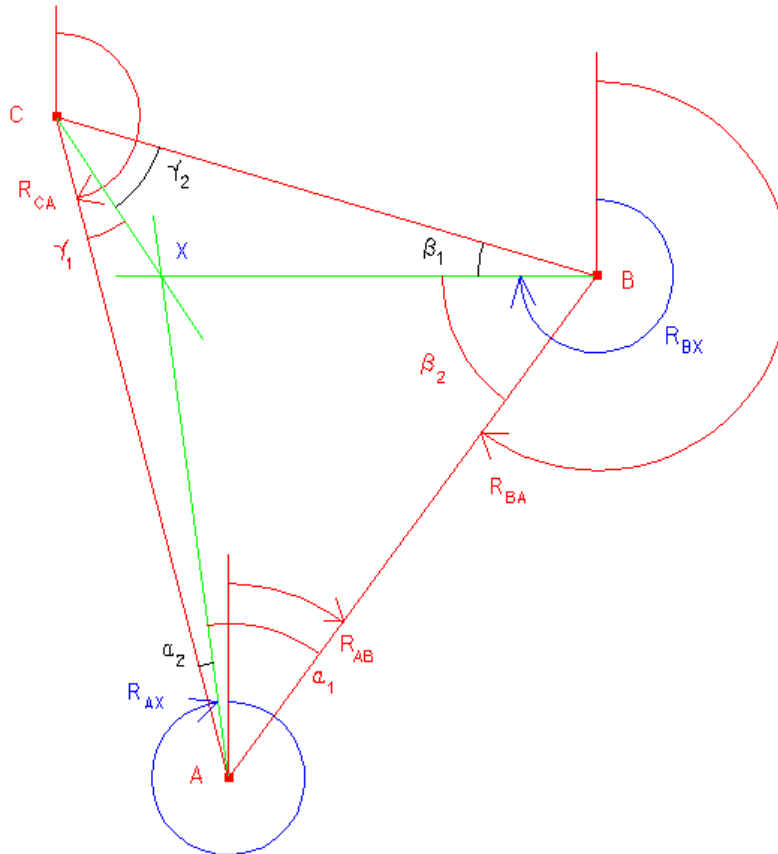
Coordenação do ponto Furtado 2º por intersecção directa

$$\begin{cases} M_A = +15821.18 \text{ m} \\ P_A = -14408.49 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_B = +17000.87 \text{ m} \\ P_B = -12805.29 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_C = +15268.78 \text{ m} \\ P_C = -12297.19 \text{ m} \end{cases}$$

a) resolução gráfica: intersecção de rectas que passam pelos pontos estação e têm rumo conhecido



b) resolução analítica

utilizando ângulos, com o triângulo ABX, com X=C: $\alpha = 43^\circ.97157$, $\beta = 53^\circ.65143$

$$M_C = \frac{15821.18 \cot g 53^\circ.65143 + 17000.87 \cot g 43^\circ.97157 - (-12805.29 + 14408.49)}{\cot g 43^\circ.97157 + \cot g 53^\circ.65143} = 15606.571 \text{ m}$$

$$P_C = \frac{-14408.49 \cot g 53^\circ.65143 - 12805.29 \cot g 43^\circ.97157 + (17000.87 - 15821.18)}{\cot g 43^\circ.97157 + \cot g 53^\circ.65143} = -12805.330 \text{ m}$$

utilizando ângulos, com o triângulo BCX, com X=C, C=B, B=A: $\alpha = 16^\circ.35165$, $\beta = 40^\circ.03686$

$$M_C = \frac{17000.87 \cot g 40^\circ.03686 + 15268.78 \cot g 16^\circ.35165 - (-12297.19 + 12805.29)}{\cot g 16^\circ.35165 + \cot g 40^\circ.03686} = 15606.591 \text{ m}$$

$$P_C = \frac{-12805.29 \cot g 40^\circ.03686 - 12297.19 \cot g 16^\circ.35165 + (15268.78 - 17000.87)}{\cot g 16^\circ.35165 + \cot g 40^\circ.03686} = -12805.360 \text{ m}$$

utilizando ângulos, com o triângulo CAX, com X=C, C=A, A=B: $\alpha = 18^\circ.9522$, $\beta = 7^\circ.0389$

$$M_C = \frac{15268.78 \cot g 7^\circ.0389 + 15821.18 \cot g 18^\circ.9522 - (-14408.49 + 12297.19)}{\cot g 18^\circ.9522 + \cot g 7^\circ.0389} = 15606.619 \text{ m}$$

$$P_C = \frac{-12297.19 \cot g 7^\circ.0389 - 14408.49 \cot g 18^\circ.9522 + (15821.18 - 15268.78)}{\cot g 18^\circ.9522 + \cot g 7^\circ.0389} = -12805.263 \text{ m}$$

_____”_____

$$\begin{cases} R_{AB} = a \tan \frac{1179.69}{1603.20} = 36^\circ.3469201 \\ R_{AX} = R_{AB} - \alpha_1 + 360^\circ = 352^\circ.3753501 \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_{BA} = R_{AB} + 180^\circ = 216^\circ.3469201 \\ R_{BX} = R_{BA} + \beta = 269^\circ.9983501 \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_{AC} = a \tan \frac{-552.40}{2111.3} = -14^\circ.6621827 + 360^\circ = 345^\circ.3378173 \\ R_{CX} = R_{AC} + 180^\circ - \gamma_1 = 146^\circ.3856173 \end{cases}$$

utilizando rumos com o triângulo ABX, com X=C

$$M_C = \frac{-12805.29 + 14408.49 + 15821.18 \cot g 352^\circ.3753501 - 17000.87 \cot g 269^\circ.9983501}{\cot g 352^\circ.3753501 - \cot g 269^\circ.9983501} = 15606.571 \text{ m}$$

$$P_C = \frac{-12805.29 \cot g 352^\circ.3753501 + 14408.49 \cot g 269^\circ.9983501 + (15821.18 - 17000.87) \cot g 352^\circ.3753501 \cot g 269^\circ.9983501}{\cot g 352^\circ.3753501 - \cot g 269^\circ.9983501} = -12805.330 \text{ m}$$

utilizando ângulos, com o triângulo BCX, com X=C, C=B, B=A:

$$M_C = \frac{-12297.19 + 12805.29 + 17000.87 \cot g 269^\circ.9983501 - 15268.78 \cot g 146^\circ.3856173}{\cot g 269^\circ.9983501 - \cot g 146^\circ.3856173} = 15606.571 \text{ m}$$

$$P_C = \frac{-12297.19 \cot g 269^\circ.9983501 + 12805.29 \cot g 146^\circ.3856173 + (17000.87 - 15268.78) \cot g 269^\circ.9983501 \cot g 146^\circ.3856173}{\cot g 269^\circ.9983501 - \cot g 146^\circ.3856173} = -12805.330 \text{ m}$$

utilizando ângulos, com o triângulo CAX, com X=C, C=A, A=B:

$$M_C = \frac{-14408.49 + 12297.19 + 15268.78 \cot g 146^\circ.3856173 - 15821.18 \cot g 352^\circ.3753501}{\cot g 146^\circ.3856173 - \cot g 352^\circ.3753501} = 15606.571 \text{ m}$$

$$P_C = \frac{-14408.49 \cot g 146^\circ.3856173 + 12297.19 \cot g 352^\circ.3753501 + (15268.78 - 15821.18) \cot g 146^\circ.3856173 \cot g 352^\circ.3753501}{\cot g 146^\circ.3856173 - \cot g 352^\circ.3753501} = -12805.329 \text{ m}$$

c) resolução através do preenchimento de um impresso

e = ponto a coordenar

~~Intersecção inversa~~ — Intersecção directa — Orientação do giro de horizonte
(Riscar e vermelho os dizeres que não digam respeito à operação efectuada)

Orientação	Fórmulas	Intersecção directa
$T_{g} R_A = \frac{(M_B - M_A) \cdot \text{cotg } \alpha - (M_C - M_A) \cdot \text{cotg } \beta - (P_B - P_C)}{(P_B - P_A) \cdot \text{cotg } \alpha - (P_C - P_A) \cdot \text{cotg } \beta + (M_B - M_C)}$	$P_e - P_A = \frac{(M_A - M_B) - (P_A - P_B) \cdot \text{tg } R_B}{\text{tg } R_B - \text{tg } R_A}$; $M_e - M_A = (P_e - P_A) \cdot \text{tg } R_A$	
A — Cabecinhas <small>(l. D. Cadern. n.º Pág. n.º.....)</small>	B — Furtado <small>(l. D. Cadern. n.º Pág. n.º.....)</small>	C — TC79 <small>(l. D. Cadern. n.º Pág. n.º.....)</small>

ORIENTAÇÃO			
$l_B =$	$l_C =$	$R_A =$ 352° 37' 53 501	$R_A =$
$-l_A =$	$-l_A =$	$+ \alpha =$	$+ \beta =$
$\alpha =$	$\beta =$	$R_B =$ 269° 99' 83 501	$R_C =$

Cálculo de R_A e R_B			INTERSECÇÃO DIRECTA Cálculo de M_e e P_e	
$M_B =$ +17000.87	Cotg α	$P_B =$ -12805.29	$P_A - P_B =$ -1603.20	$\text{tg } R_B =$ 34726.81950254
$M_A =$ +15821.18		$P_A =$ -14408.49	$-(P_A - P_B) \cdot \text{tg } R_B =$ 55674037.026472128	
$M_B - M_A =$		$P_B - P_A =$	$M_A - M_B =$ -1179.69	Numerador = 55672857.336472128
$M_C =$ +15268.78	Cotg β	$P_C =$ -12297.19	$\text{tg } R_B =$ 34726.81950254	
$M_A =$		$P_A =$	$- \text{tg } R_A =$ 0.1338663938	Denominador = 34726.9533689338
$M_C - M_A =$		$P_C - P_A =$	$P_e - P_A =$ 1603.159849498	$\text{tg } R_A =$ -0.1338663938
$P_B =$	$M_B =$	$M_B - M_C =$	$M_e - M_A =$ -214.609227737	
$P_C =$	$M_C =$		$M_A =$ 15821.18	$\rightarrow M_e =$ 15606.57
$P_B - P_C =$	$-(M_B - M_A) \cdot \text{cotg } \alpha =$	$-(P_B - P_A) \cdot \text{cotg } \alpha =$	$-(M_C - M_A) \cdot \text{cotg } \beta =$	$P_e - P_A =$ 1603.1598494982
	$-(P_B - P_C) =$	$+(M_B - M_C) =$	Numerador =	$P_A =$ -14408.49
	Numerador =	Denominador =		$\rightarrow P_e =$ -12805.33
$\text{tg } R_A =$		$R_A =$		
$(R_A) =$		$-l_A =$		
$R_A =$		$R_B =$		

Verificação ou Orientação do giro de horizonte

l. D.	Orient. giro ou l. l.	Furtado		TC79					
		(l. D. Cad. n.º Pág. n.º.....)	(l. D. Cad. n.º Pág. n.º.....)	(l. D. Cad. n.º Pág. n.º.....)	(l. D. Cad. n.º Pág. n.º.....)	(l. D. Cad. n.º Pág. n.º.....)	(l. D. Cad. n.º Pág. n.º.....)	(l. D. Cad. n.º Pág. n.º.....)	(l. D. Cad. n.º Pág. n.º.....)
M_e	M_v	17000.87	15268.78						
M_v	M_e	15606.57	15606.57						
$M_e - M_v$	$M_v - M_e$	1394.30	-337.79						
$\text{sen } R_c$	$\text{sen } R_c$								
D_v	D_v								
P_e	P_v	-12805.29	-12297.19						
P_v	P_e	-12805.33	-12805.33						
$P_e - P_v$	$P_v - P_e$	-0.04	508.14						
$\text{cos } R_c$	$\text{cos } R_c$								
D_v	D_v	1394.30	610.17						
$\text{tg } R_c$	$\text{tg } R_c$	-34857.5	-0.6647577439						
(R_c)	(R_c)	-89° 99' 83 5629	-33.614208880						
R_c	R_c	270° 00' 16 4371	146° 38' 57 191199			<i>(rumo para X calculado por coordenadas dos pontos)</i>			
R_{ob}	$-l_v - R_o$	269° 99' 83 501	146° 38' 56 173			<i>(rumo para X calculado pelas leituras para os pontos)</i>			
$-$	R_o	-0.00329361	0.0001018199			erro angular			
$-$	$-l_v$	0.080 m	0.001 m			erro linear			
$\epsilon'' = R_c - R_{ob}$	$-$								
d	$-$								
R_o (médio) =									
Recorte					$R_{er} \rightarrow e_g =$				
Cálculo de R_o na estação					$-l_{eg} =$				
					$R_{\alpha} =$				

d) ajustamento por mínimos quadrados (idirecta.for)

```
2      0.002  5
'Furtado 2'  3
'Cabecinhas' 15821.18    -14408.49    2      33 52 42.996
'Furtado'      17000.87    -12805.29    77 51 0.648
'TC79'        15268.78    -12297.19    26 50 22.956
'Furtado'      17000.87    -12805.29    2      343 38 54.06
'TC79'        15268.78    -12297.19    0 0 0.0
'Cabecinhas' 15821.18    -14408.49    289 59 48.912
'TC79'        15268.78    -12297.19    2      329 50 37.644
'Cabecinhas' 15821.18    -14408.49    348 47 45.564
'Furtado'      17000.87    -12805.29    289 48 24.948
```

Leituras azimutais em graus sexagesimais

Tolerancia entre iteracoes consecutivas para M e P: .002 m

Precisao das leituras azimutais: 5 segundos

```
*****
Calculo das coordenadas do ponto Furtado 2 por interseccao directa
*****
```

Numero de iteracoes= 6

Coordenadas ajustadas:

```
M(Furtado 2) = 15606.585 m
P(Furtado 2) = -12805.348 m
```

Residuos dos angulos:

```
1.45 "
-3.47 "
1.72 "
-2.64 "
-.40 "
-.51 "
```

Angulos ajustados:

```
43 58 19.1
7 2 23.5
343 38 52.3
53 39 7.8
18 57 7.5
40 2 13.2
```

Variância de referencia a posteriori

```
so2= .903
```

Teste do qui quadrado para a razao das variancias(a 95% de confianca):

Aceitar os resultados.

Precisao das coordenadas: em M = .028 m; em P = .036 m

Precisao dos angulos ajustados:

```
3.13 "
3.13 "
5.38 "
5.38 "
5.39 "
5.39 "
```