



SBEIN 2004
RECEPTOR GPS COM DETERMINAÇÃO DE AZIMUTE INTEGRADA

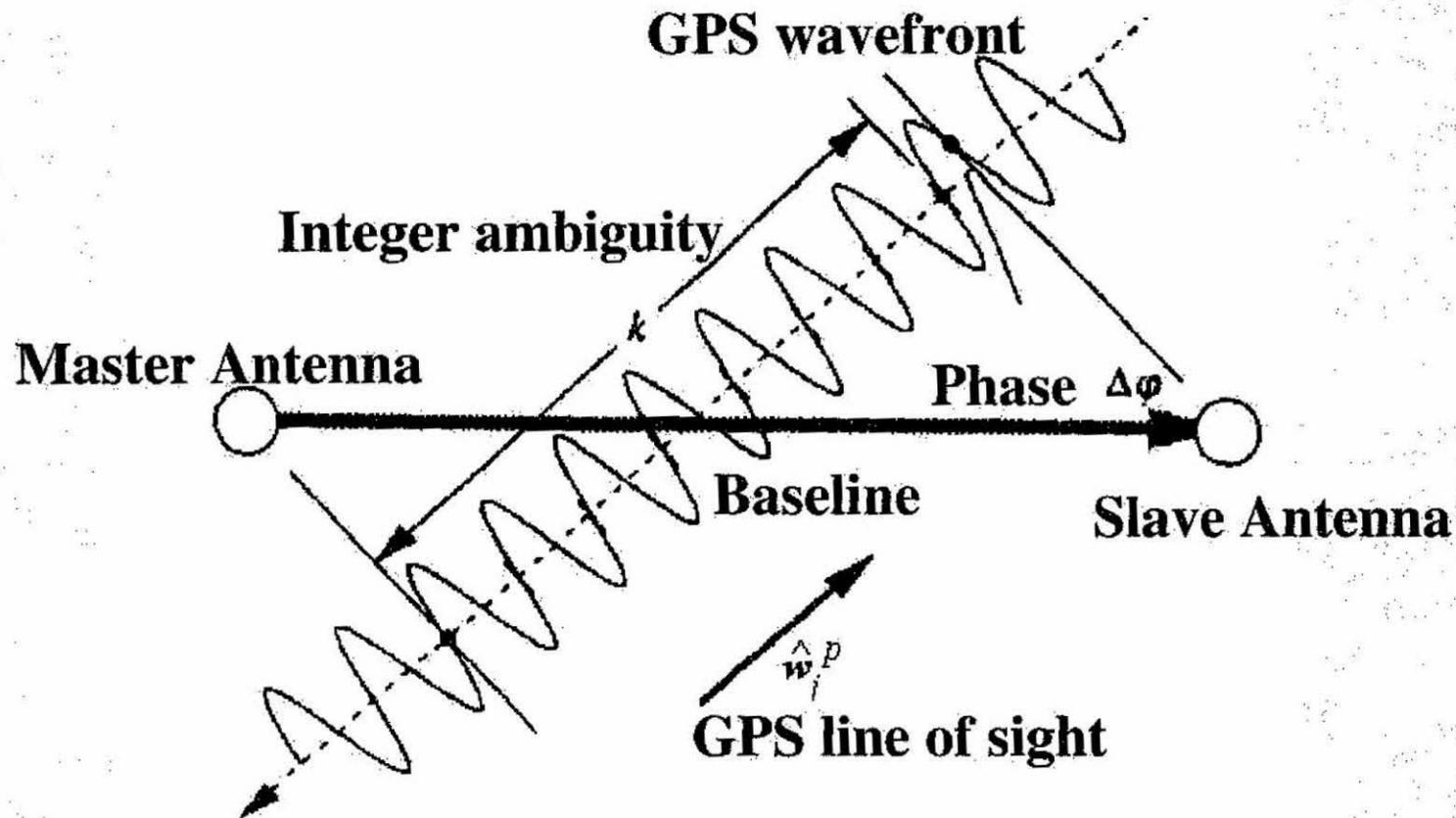


RECEPTOR GPS COM DETERMINAÇÃO DE AZIMUTE INTEGRADA

**Roberto V. F. Lopes – INPE
Valter Ricardo Schad – NAVCON
Cláudio Pires - NAVCON**



Attitude Observation by Interferometry





The Double Difference of Carrier Phase

$$\Delta\phi_k = \frac{1}{\lambda} b' \Delta s_k - N_k + \delta\varphi(w_k) + \varepsilon_k$$

- **Baseline vector: Determination**
- **Integer ambiguity: Resolution**
- **Repeatable errors: Calibration**
 - **Bias due to cable and hardware delay: constant**
 - **Bias on the antennas' phase center: attitude dependent**
 - **Multipath: strongly attitude dependent**
- **Random errors: Filtering**



Determinação do Vetor Linha de Base

$$\text{Min.: } J \equiv \left(Y - \frac{1}{\lambda} b' S \Delta' \right) \Lambda \left(Y - \frac{1}{\lambda} b' S \Delta' \right)' \approx m - 4$$

$$\text{Onde: } Y \equiv \left\{ \phi^{1,o} - N^{1,o} : \dots : \phi^{m-1,o} - N^{m-1,o} \right\}$$

$$\phi^{p,o} \equiv \left(\phi_2^p - \phi_1^p \right) - \left(\phi_2^o - \phi_1^o \right) \quad S \equiv \left[s^0 : \dots : s^{m-1} \right]$$

$$\Lambda \equiv (\Delta \Xi \Delta')^{-1} \quad \Delta \equiv \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & \ddots & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \Xi \equiv \begin{pmatrix} \sigma_0^2 & & \\ & \ddots & \\ & & \sigma_{m-1}^2 \end{pmatrix}$$



Resolução Instantânea da Ambiguidade Inteira

1. Escolhe satélites primários (mestre e 3 escravos): mínima covariância
2. Varre ambigüidades dos primários:
 - Teste Interno (solução b só com primários): erro em $|b|$;
 - Testes Externos (solução b com primários e secundários):
 - Resíduos; erro em $|b|$; função custo $J \approx m - 4$
3. Minimiza função custo.



Resolução Dinâmica da Ambiguidade Inteira

1. Modo Partida a Frio: seleciona candidatas – método instantâneo;
2. Modo de Depuração:
 - Transposição das Ambigüidades Inteiras:

$$\eta_{k+1}^{p,\bar{o}} = \eta_k^{p,o} - \eta_k^{\bar{o},o} + \phi_{k+1}^{p,\bar{o}} - \check{\phi}_{k+1}^{p,\bar{o}} - \left[\left(\phi_k^{p,o} - \check{\phi}_k^{p,o} \right) - \left(\phi_k^{\bar{o},o} - \check{\phi}_k^{\bar{o},o} \right) \right]$$

- Índice de Desempenho: aprovação e rejeição:

$$G_{k+1}^l = G_k^l + \frac{J_k^*}{J_k^l} - \frac{J_k^l}{J_k^{**}}$$

3. Modo Nominal: monitora função custo $J \approx m - 4$



Cenário da Simulação

- Elevação da linha de base: restrita a $\pm 17,5$ graus;
- Fatores de escala dos erros:
 - ruído térmico 0,5;
 - erro troposférico 0,5;
 - Disponibilidade Seletiva 0,1;
 - multicaminho 0,2;
 - atraso ionosférico 0,5;
- Incerteza na fase da portadora: 5mm



SBEIN 2004

RECEPTOR GPS COM DETERMINAÇÃO DE AZIMUTE INTEGRADA



Linha de Base [m]	Hora Local	Taxa de Falhas	Satélites Visíveis
0.5	6:00	22%	5
	9:00	12%	6
	12:00	40%	4
	15:00	25%	4
1	6:00	15%	5
	9:00	18%	6
	12:00	85%	4
	15:00	40%	4
2	6:00	72%	5
	9:00	33%	6
	12:00	82%	4
	15:00	65%	4
3	6:00	83%	5
	9:00	53%	6
	12:00	93%	4
	15:00	67%	4

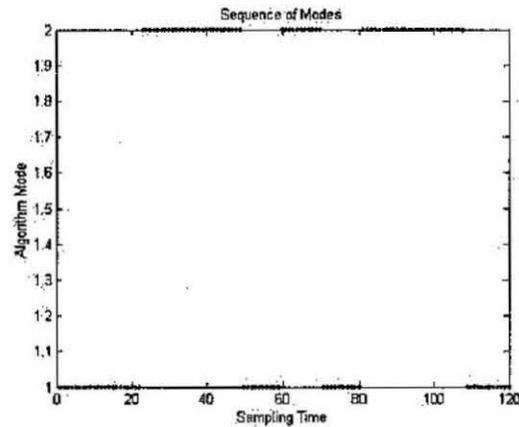
**R
E
S
U
L
T
A
D
O
S
D
E
S
I
M
U
L
A
Ç
ÃO**

Linha de Base [m]	Hora Local	Taxa de Falhas	Satélites visíveis	Erro global médio
0,5	10:00	8%	6	108'
	14:00	12%	5	136'
1	8:00	5%	6	68'
	10:00	15%	6	51'
	12:00	80%	4	75'
	14:00	29%	5	91'
2	16:00	13%	7	52'
	10:00	18%	6	26'
2	14:00	46%	5	45'

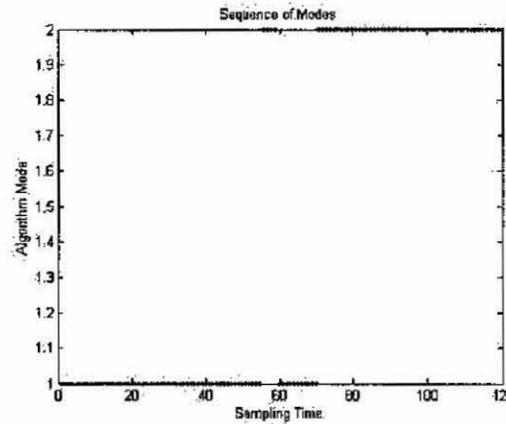


Resultados Típicos

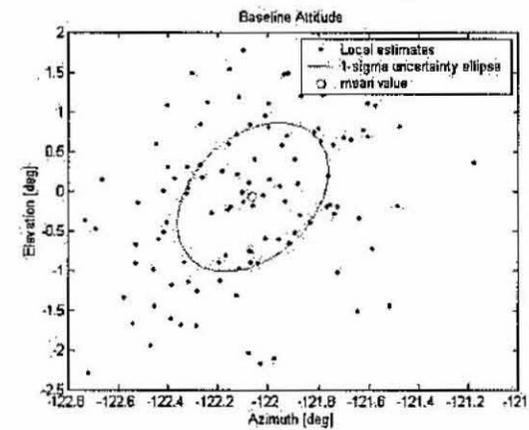
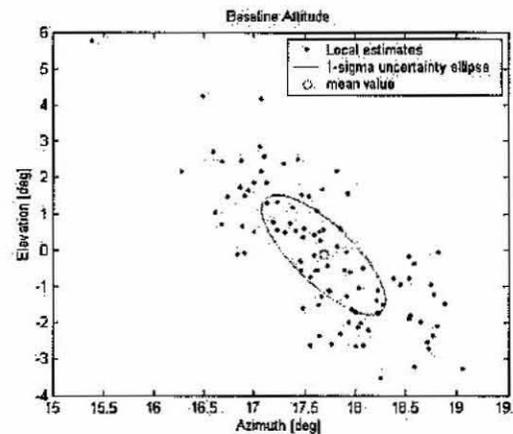
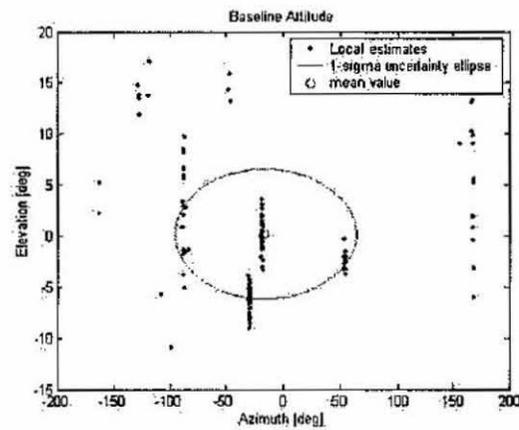
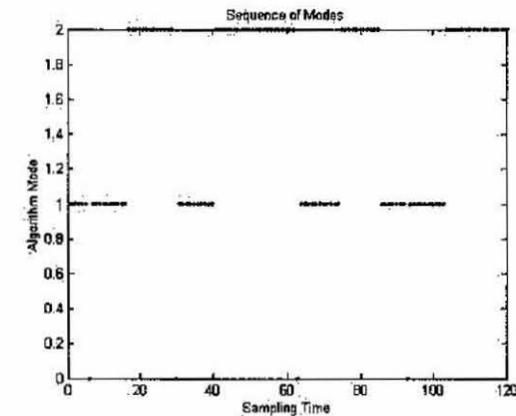
4 satélites



5 satélites

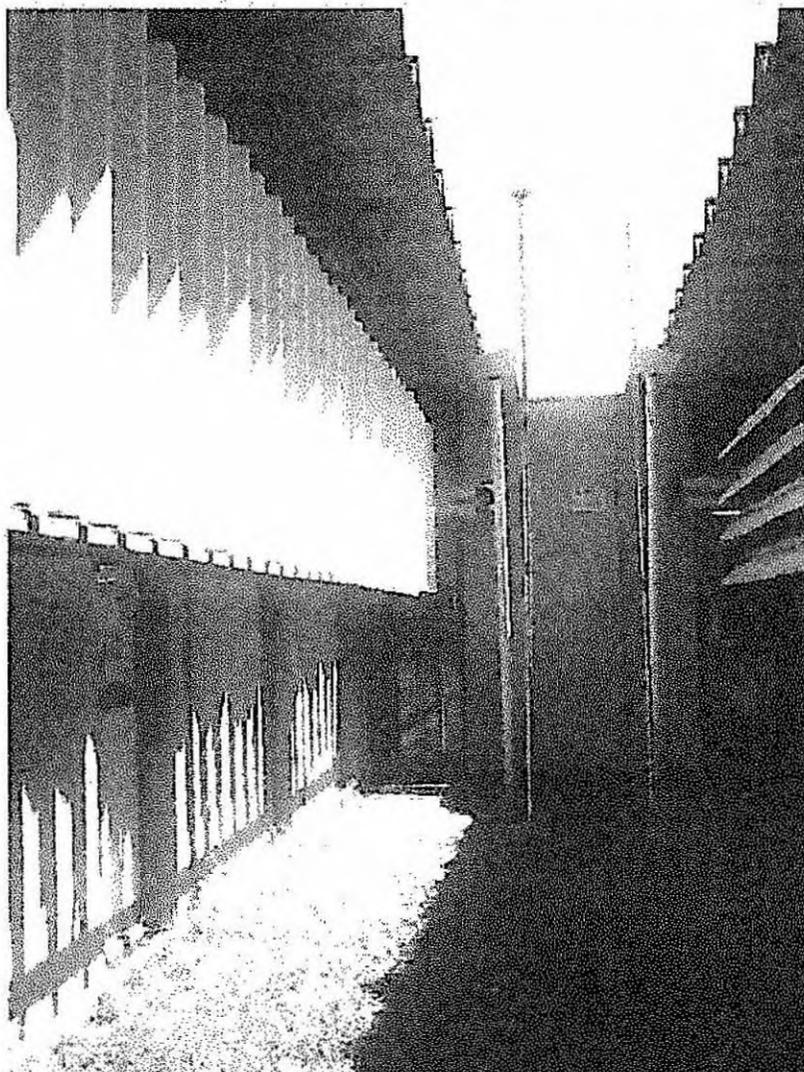


7 satélites





Resultados com Dados Reais

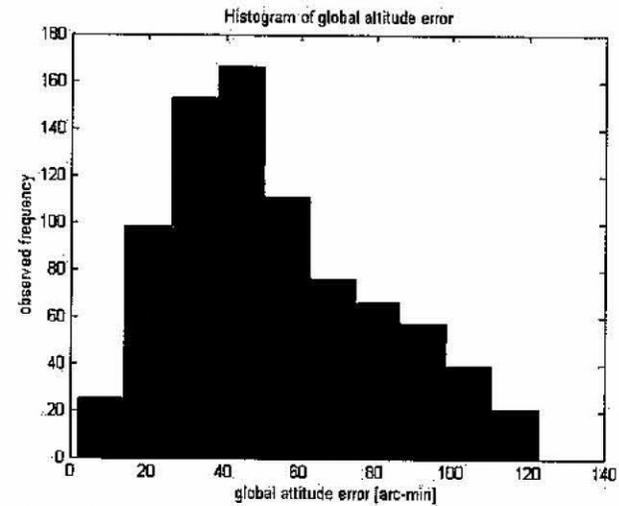
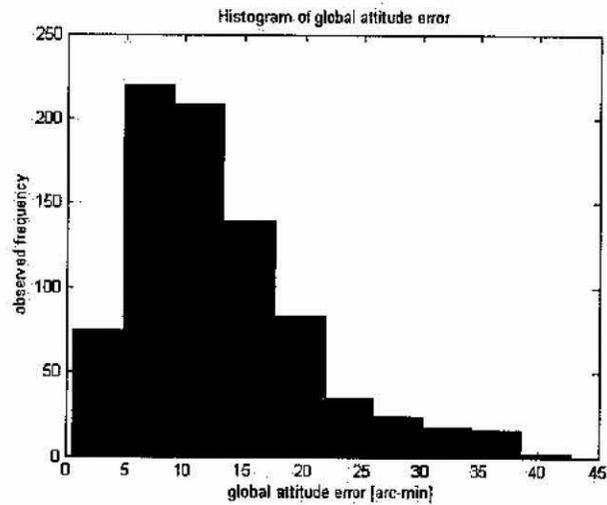
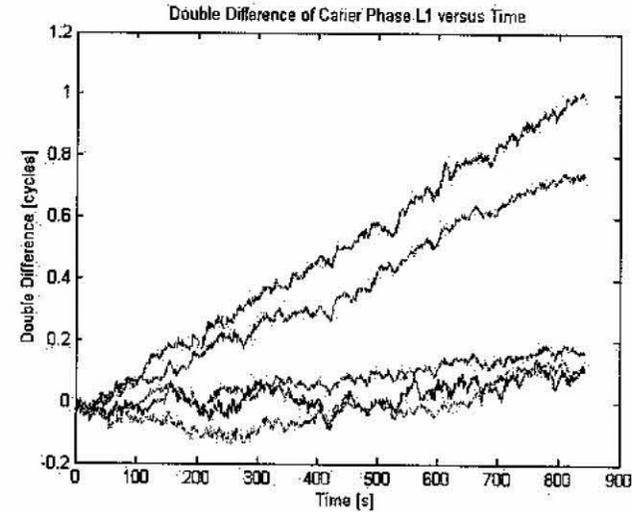
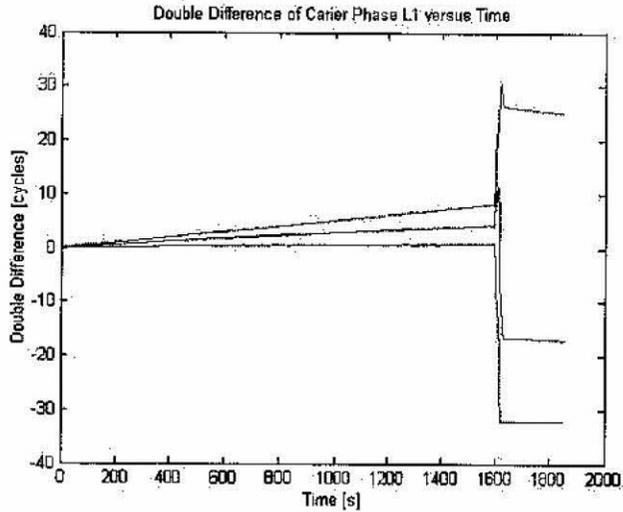


- 2 Receptores Ashtech Z12;
- Taxa de amostragem: 1Hz

Parâmetro	Experimento de 29-11-2002	Experimento de 11-03-2004
Linha de base	530 cm	93 cm
Número de satélites Sintonizados	4	6
Máximo número de candidatas	9	1
Erro global médio	15'	59'
Taxa de falhas	49%	3%



Resultados com Dados Reais





Conclusões

- Determinação de azimute por diferença dupla de fase GPS;
- Resolução dinâmica de ambigüidade inteira;
- Precisão ~ 1 grau metro de linha de base;
- Próximo passo: Implementação em receptor da NAVCON

NINCOON

Navegação e Controle

