

TAMA RSE / Length 設計の概要

TAMAにRSEを導入することを考えると、
変更可能なパラメーターは限られてくる。

今回の資料では、TAMA RSE 化に向けて
その可能性を探ること（設計の一例を示すこと）
を目的としており、最適設計にまで到達
していない。

今後の研究により、詳細な設計が行われる
ことを期待しつつ、それらのベースとなる
設計値を一通りまとめた。

また、第2回の研究会では今後行うべき
詳細設計について議論し、可能性について列挙する
ところまで行いたい。

列挙された研究項目の優先度や研究の方針については、
第5回以降に議論を行う予定である。

RSE研究会

TAMA RSE / Length 設計の概要

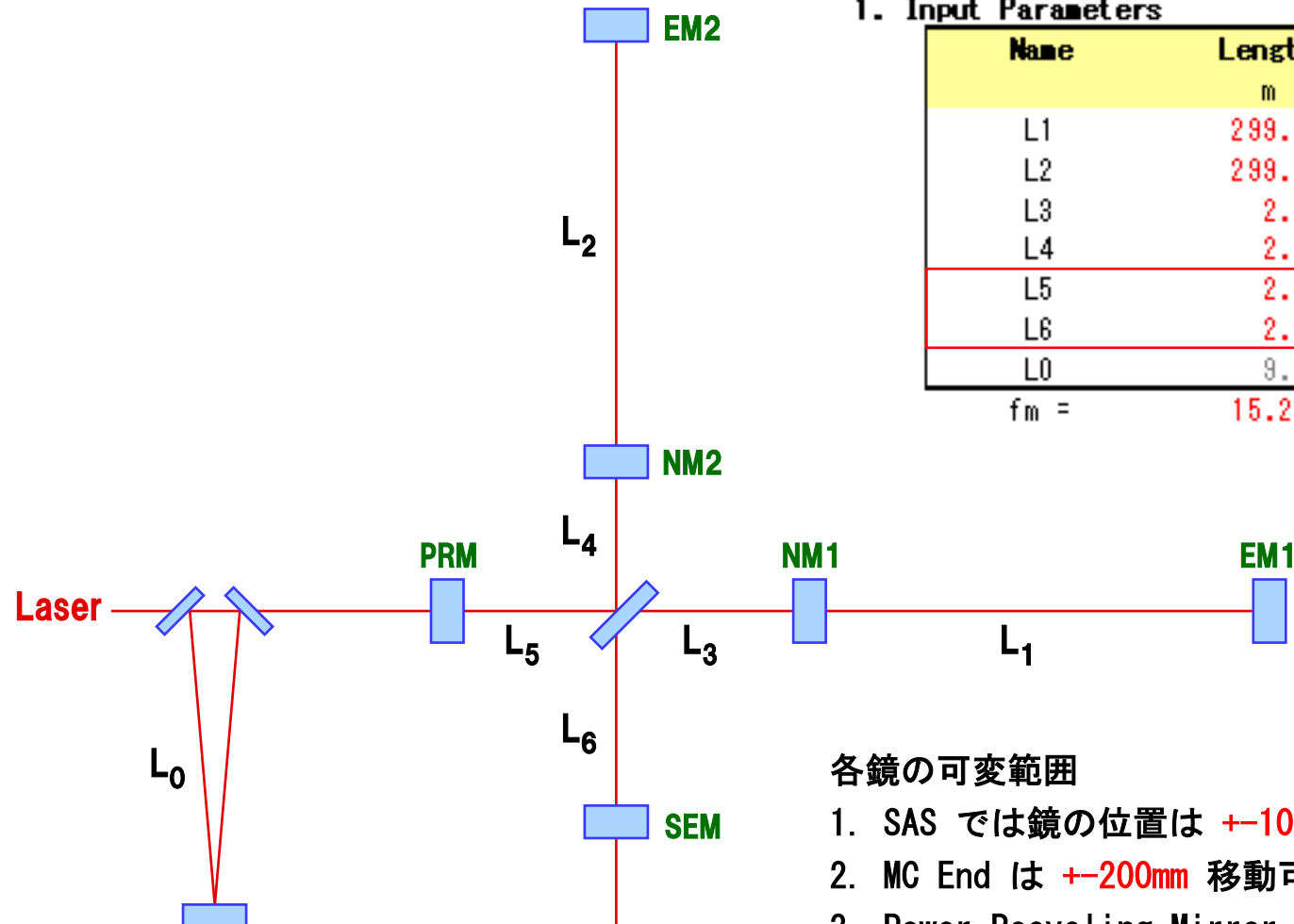
2007-07-27

今回の設計では基本的に L_5 , L_6 のみ変更

1. Input Parameters

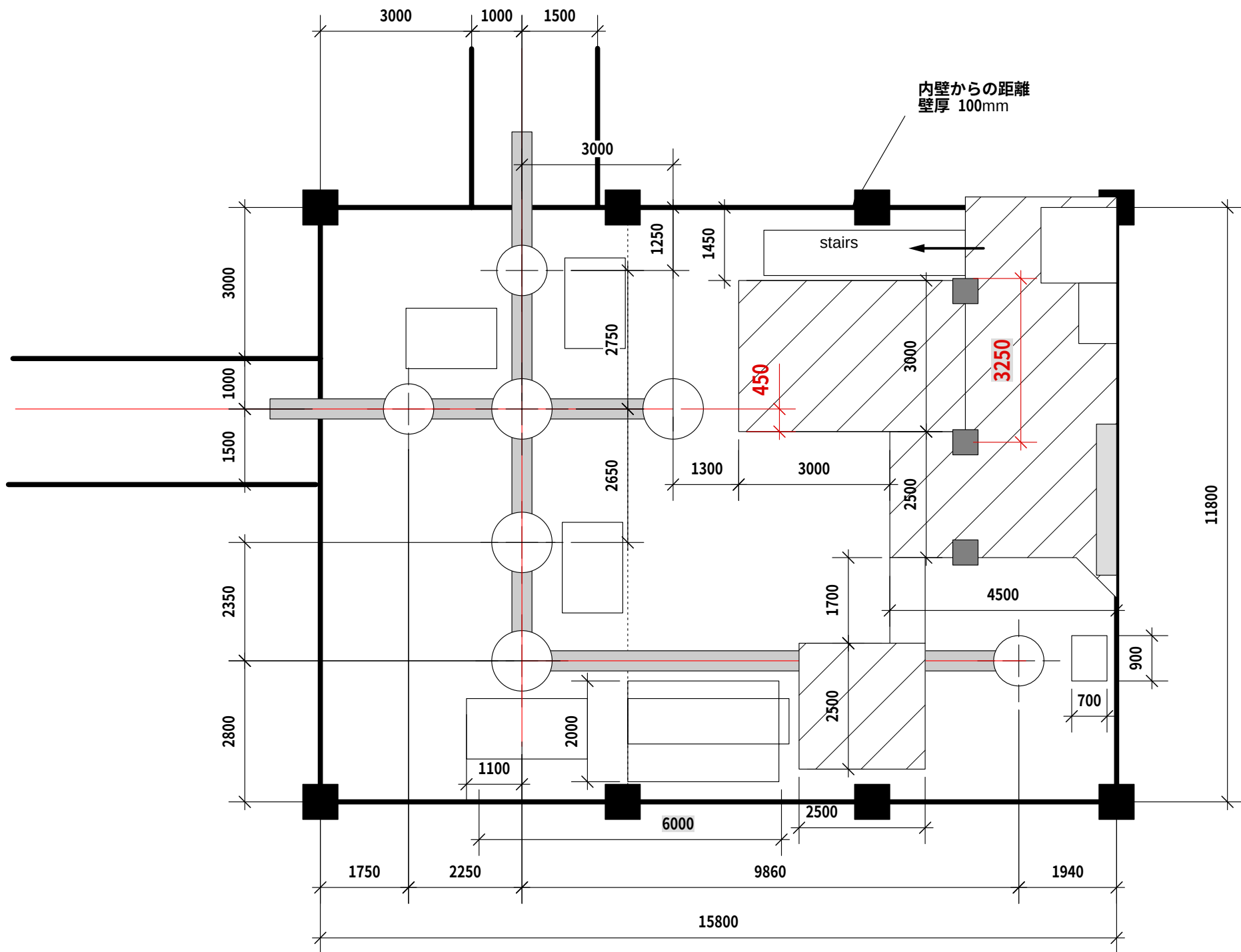
Name	Length m	
L1	299.9400	EM1-NM1
L2	299.9400	NM2-NM1
L3	2.7530	BS-NM1
L4	2.2530	BS-NM2
L5	2.4165	BS-PRM
L6	2.4165	BS-SEM
L0	9.8389	Mode Cleaner

$f_m = 15.235E+6$



各鏡の可変範囲

1. SAS では鏡の位置は $\pm 10\text{mm}$ くらいしか動かせない。
2. MC End は $\pm 200\text{mm}$ 移動可能
3. Power Recycling Mirror は $+20$, -100mm 移動可能

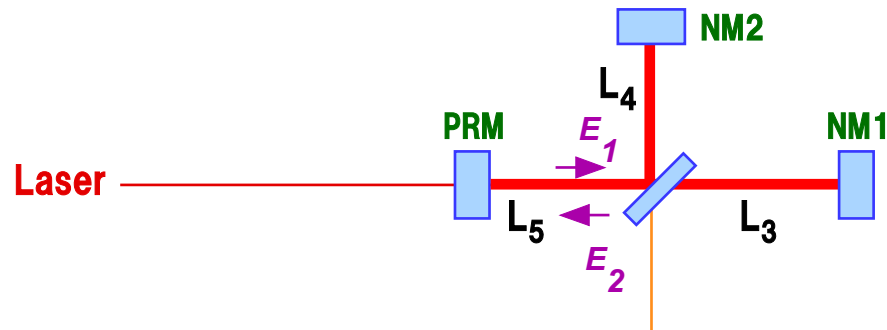


RSE研究会

TAMA RSE / Length 設計の概要

2007-07-27

Power recycling cavity



Phase

$$E_2 = E_1 * \underline{\underline{\exp(-i\phi_+)}} * \cos(\phi_-)$$

$$\phi_+ = (L_3 + L_4) \frac{\Omega}{c}$$

$$\phi_- = (L_3 - L_4) \frac{\Omega}{c}$$

Linear cavity と等価な cavity length

$$\frac{L_3 + L_4}{2} + L_5 = l_p$$

Resonance conditions

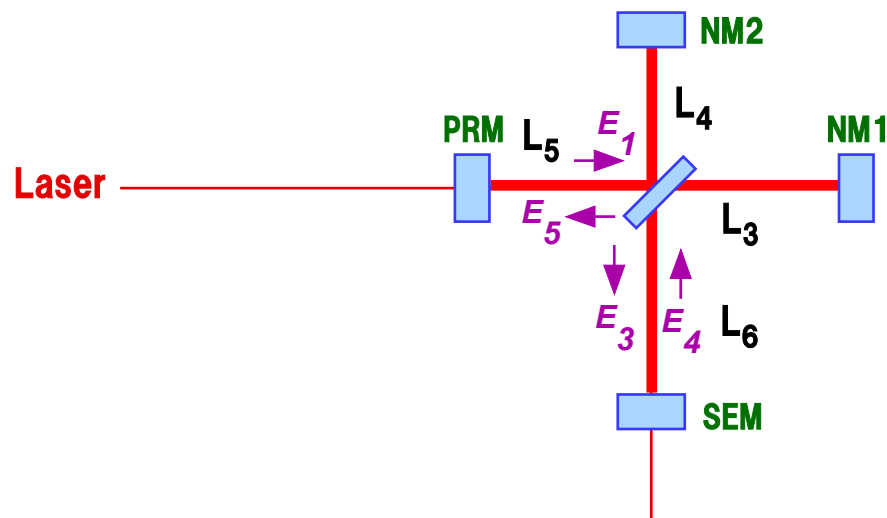
Carrier	Resonance	Arm cavity で共振するので 位相が180度回る。	$2 l_p \frac{\Omega}{c} = \text{Odd}$	
Sideband 1	Resonance	$\cos(\phi_-) > 0$	$2 l_p \frac{\Omega \pm f_{m1}}{c} = \text{Even}$	$2 l_p \frac{f_{m1}}{c} = \text{Odd}$
Sideband 2	Resonance	$\cos(\phi_-) < 0$	$2 l_p \frac{\Omega \pm f_{m2}}{c} = \text{Odd}$	$2 l_p \frac{f_{m2}}{c} = \text{Even}$

RSE研究会

TAMA RSE / Length 設計の概要

2007-07-27

PRM-SEM cavity



$$E_3 = E_1 * \text{Phase} \exp(-i\phi_+) * \boxed{90 \text{ deg.}} i \sin(\phi_-)$$

$$\phi_+ = (L_3 + L_4) \frac{\Omega}{c}$$

$$\phi_- = (L_3 - L_4) \frac{\Omega}{c}$$

$$E_5 = E_4 * \text{Phase} \exp(-i\phi_+) * \boxed{90 \text{ deg.}} i \sin(\phi_-)$$

Linear cavity と等価な

$$\text{Cavity length} \rightarrow L_3 + L_4 + L_5 + L_6 = l_{ps}$$

Resonance conditions

Carrier	Anti-resonance	Arm cavity で共振するので 位相が180度回る。	Michelson を2回通過 して位相が 180度回る。	$2 l_{ps} \frac{\Omega}{c} = \text{Odd}$	
Sideband 1	Anti-resonance	$\sin(\phi_-) < 0$	Michelson を2回通過 して位相が 180度回る。	$2 l_{ps} \frac{\Omega \pm f_{m1}}{c} = \text{Odd}$	$2 l_{ps} \frac{f_{m1}}{c} = \text{Even}$
Sideband 2	Resonance	$\cos(\phi_-) > 0$	Michelson を2回通過 して位相が 180度回る。	$2 l_{ps} \frac{\Omega \pm f_{m2}}{c} = \text{Odd}$	$2 l_{ps} \frac{f_{m2}}{c} = \text{Even}$

RSE研究会

TAMA RSE / Length 設計の概要

2007-07-27

まずは手計算で、鏡の位置から
光学長さ（位相）を計算

Modulation:

Amplitude Modulation of 15.235MHz

Phase Modulation of 152.35MHz

2. Cavity Length

Name	Length	
a	0.5000	L3-L4
lp	4.9195	(L3+L4)/2+L5
ls	4.9195	(L3+L4)/2+L6
lps	9.8390	(L3+L4)+L5+L6

Tank Center

nominal

offset

0.500

0.000

Schnupp Asymmetry

5.150

-0.231

Power Recycling cavity

5.500

-0.581

Signal Recycling Cavity

PRM-SEM cavity

3. Modulation Frequency

	0 Carrier 281.8E+12	1 AM 15.235E+6	2 PM 152.350E+6	<-- 変調方式	
fm modulation freq					
phi_arm/Pi	共振 2n	非共振 60.970 0.970	非共振 609.700 1.700	<-- round trip phase / Pi mod(phi_arm/Pi, 2)	Arm Cavity
a lpha/Pi cos(a lpha) To Bright sin(a lpha) To Dark	1.000 0.000	0.051 0.987 0.159	0.508 -0.026 1.000	<-- 2 * fm * a / c <-- 複素反射率は i * sin(alpha)	Michelson Part
phi_p/Pi	共振 1.000 2n+1	共振 1.000	10.000	<-- Arm Cavity での反射に伴う位相ずれ <-- PRM-MI cavityのround trip phase (2n+1)+phi_p/Pi が偶数か奇数かで共振、反共振が決まる。	Power Recycling Cavity
phi_s/Pi	反共振 1.000 2n	反共振 1.000	10.000	<-- Michelson 部の透過に伴う位相ずれ <-- Arm Cavity での反射に伴う位相ずれ	Signal Recycling Cavity
phi_ps/Pi	1.000 1.000 2n+1	1.000 2.000	共振 1.000 20.000	<-- Michelson 部の透過に伴う位相ずれ <-- Arm Cavity での反射に伴う位相ずれ	PRM-SEM cavity

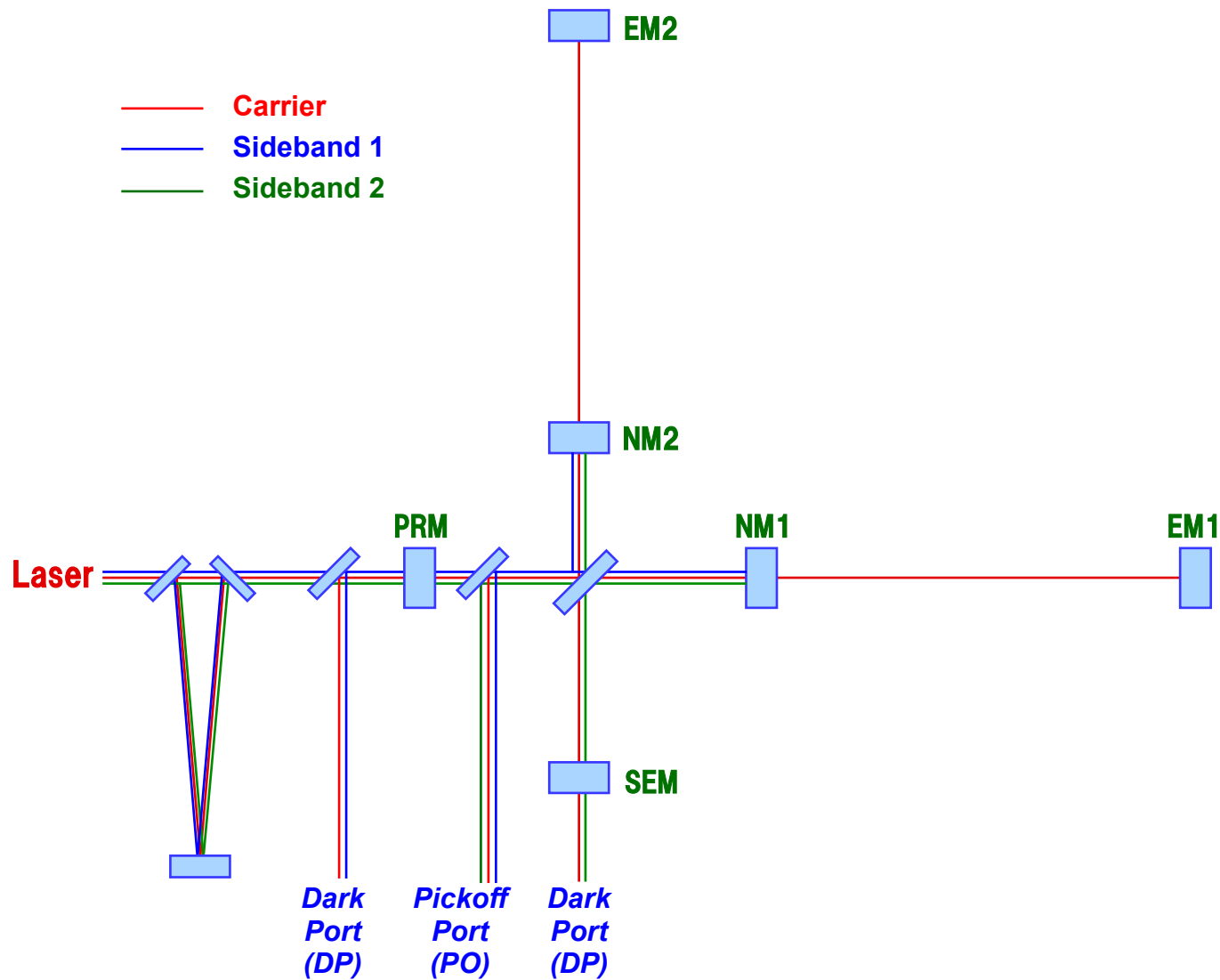
fm

10*fm

RSE研究会

TAMA RSE / Length 設計の概要

2007-07-27



RSE研究会

TAMA RSE / Length 設計の概要

2007-07-27

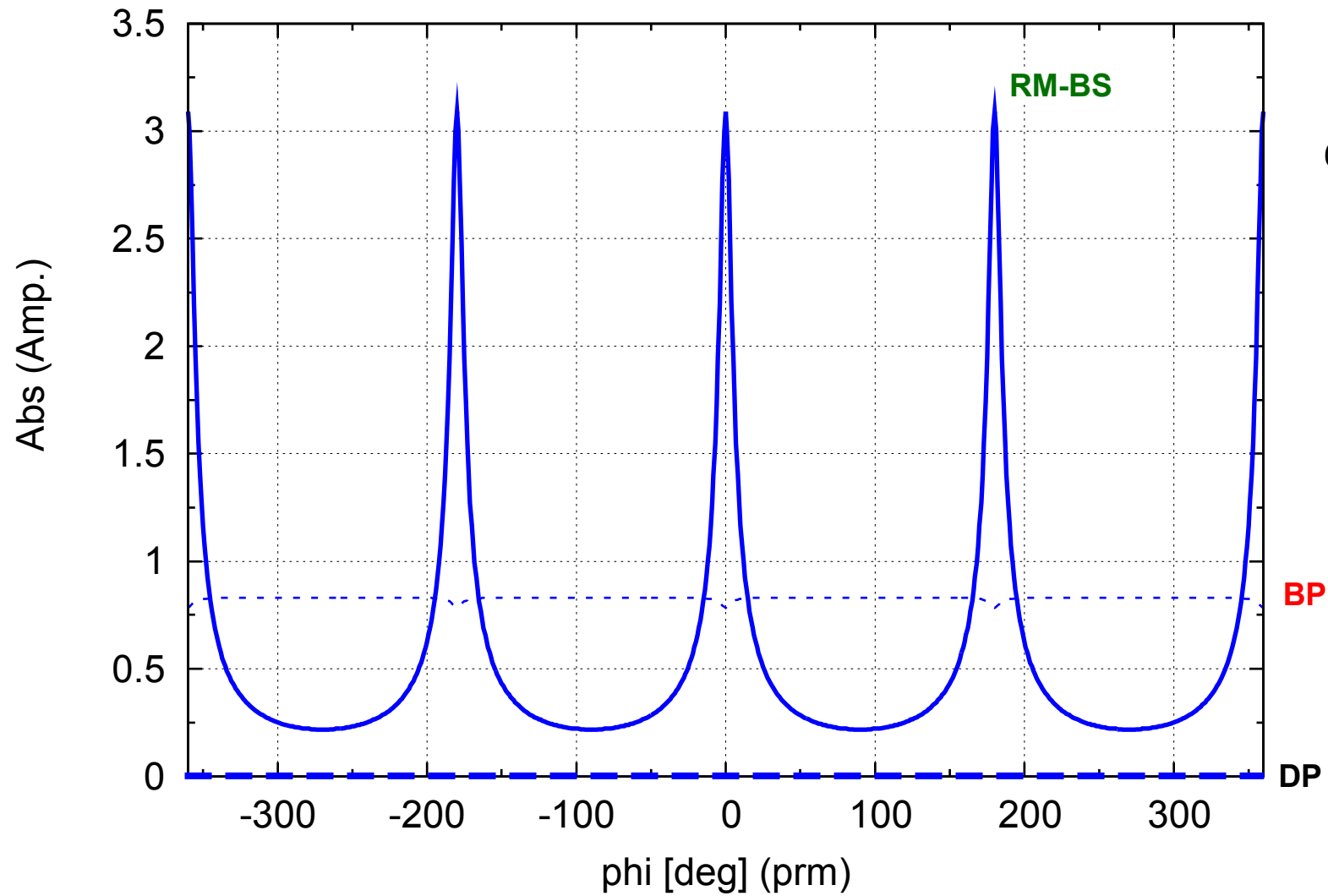
Sensing Matrix

Port, demo freq., demo phase		L_-	L_+	I_-	I_+	I_S
DP 152.35MHz 90deg	5.878e+00	1.000e+00	-5.985e-13	1.416e-03	2.214e-18	1.338e-19
BP 152.35MHz 0deg	-3.143e+00	3.586e-07	1.000e+00	7.729e-05	-1.043e-02	5.526e-03
DP 152.35MHz 90deg, 15.235MHz 0deg	1.481e-03	1.256e-03	-2.225e-06	1.000e+00	-1.314e-03	-3.367e-04
BP 152.35MHz 0deg, 15.235MHz 0deg	6.017e-03	-4.509e-05	-7.176e-03	-7.422e-03	1.000e+00	-5.331e-01
P0 152.35MHz 0deg, 15.235MHz 0deg	-2.153e-02	8.643e-05	9.244e-03	1.419e-02	1.659e+00	1.000e+00

Carrier

advutama

Fri Jul 27 00:36:37 2007



Carrier は共振

ad1 n2 : - - - -
BP

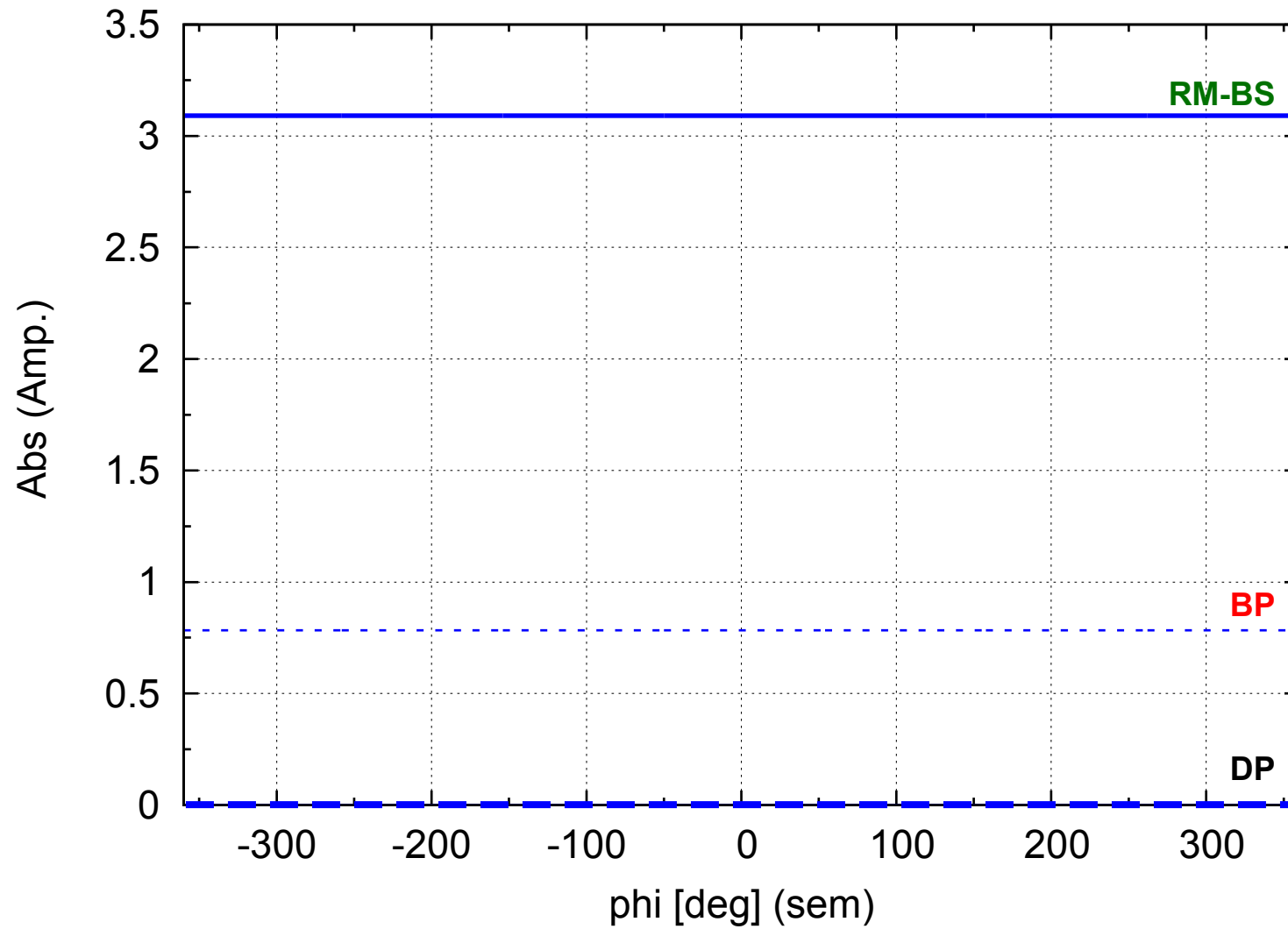
ad2 n3 : ————
RM-BS

ad3 n15 : - - - -
DP

Carrier

advutama

Fri Jul 27 00:37:13 2007



SEM を振っても
変化なし。

ad1 n2 : - - - -
BP

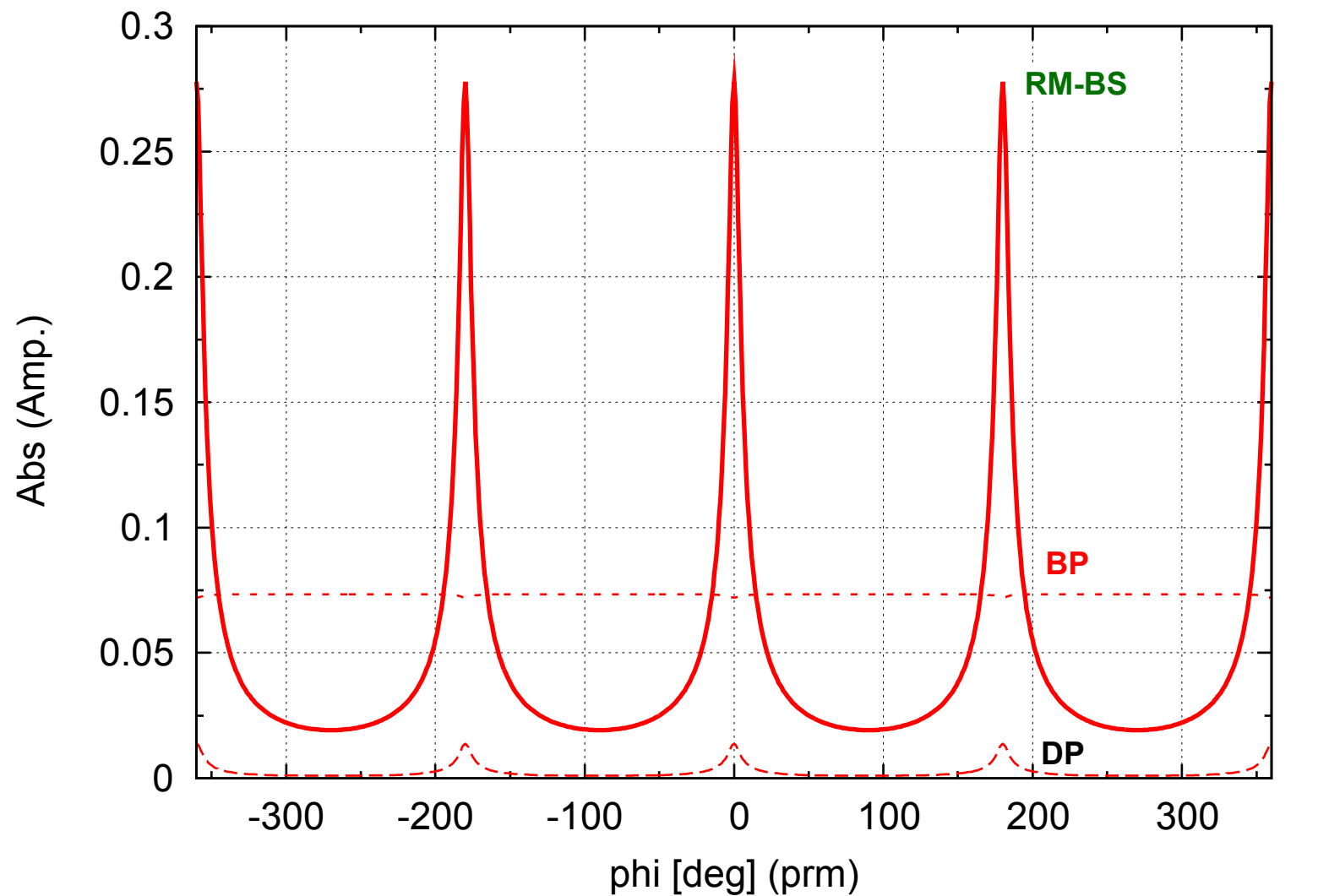
ad2 n3 : ————
RM-BS

ad3 n15 : - . - . - .
DP

Sideband 1 (AM 15.235MHz)

advtama

Fri Jul 27 05:48:27 2007



ad1 n2 :
BP

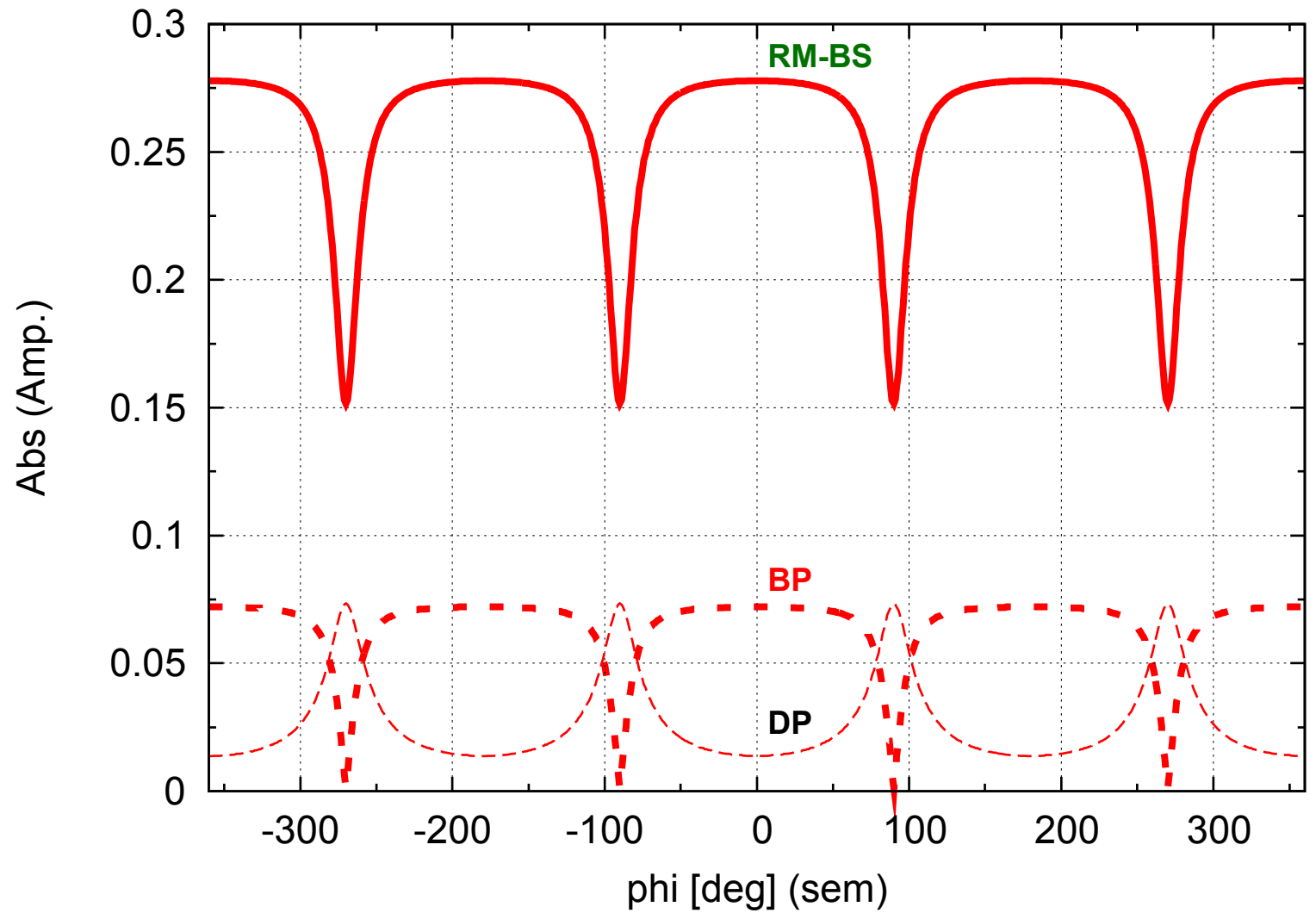
ad2 n3 :
RM-BS

ad3 n15 :
DP

Sideband 1 (AM 15.235MHz)

advutama

Fri Jul 27 06:40:50 2007



ad1 n2 : - - -
BP

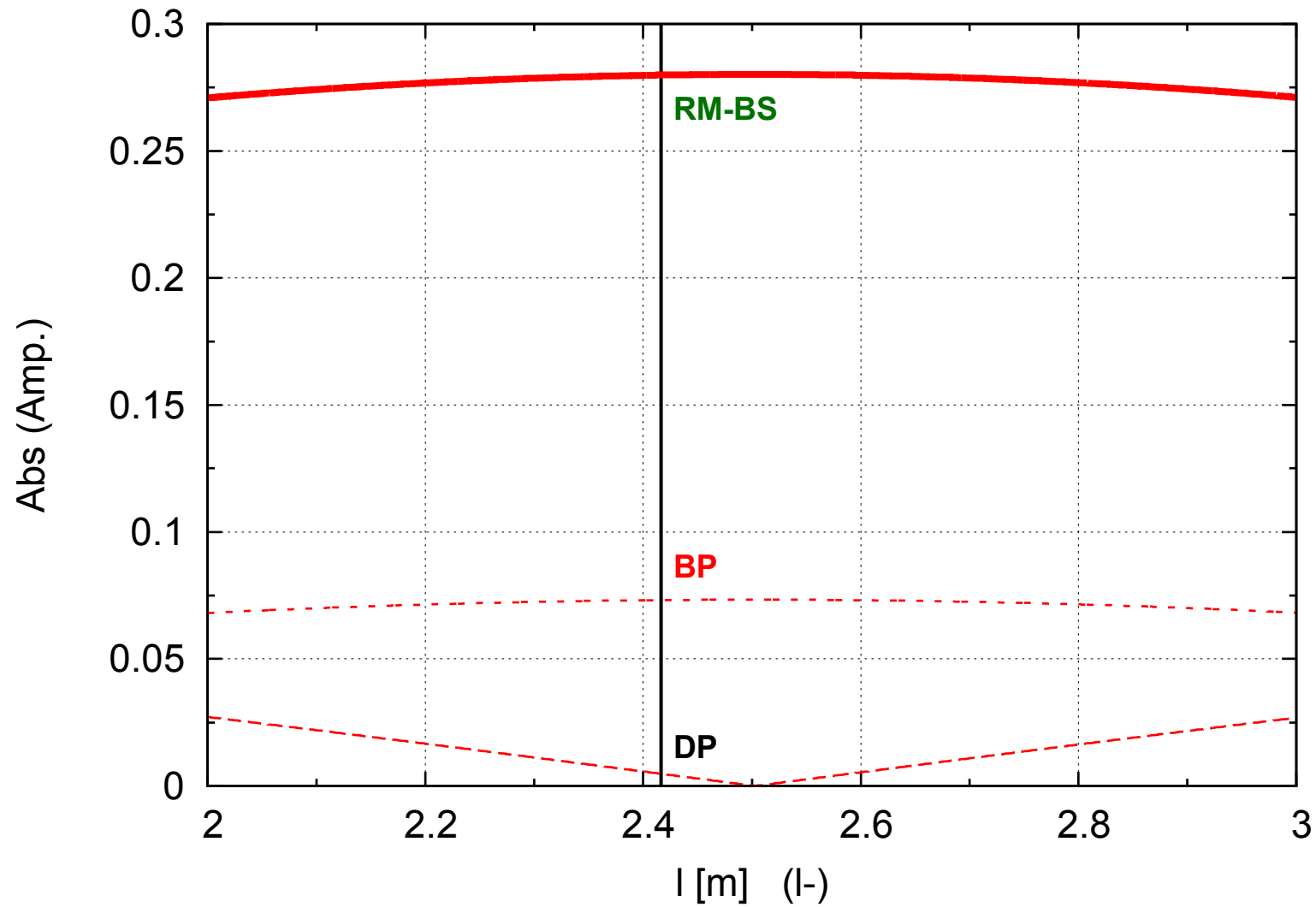
ad2 n3 : ———
RM-BS

ad3 n15 :
DP

Sideband 1 (AM 15.235MHz)

advutama

Fri Jul 27 05:51:03 2007



Dark Port
に少し漏れる。

ad1 n2 :
BP

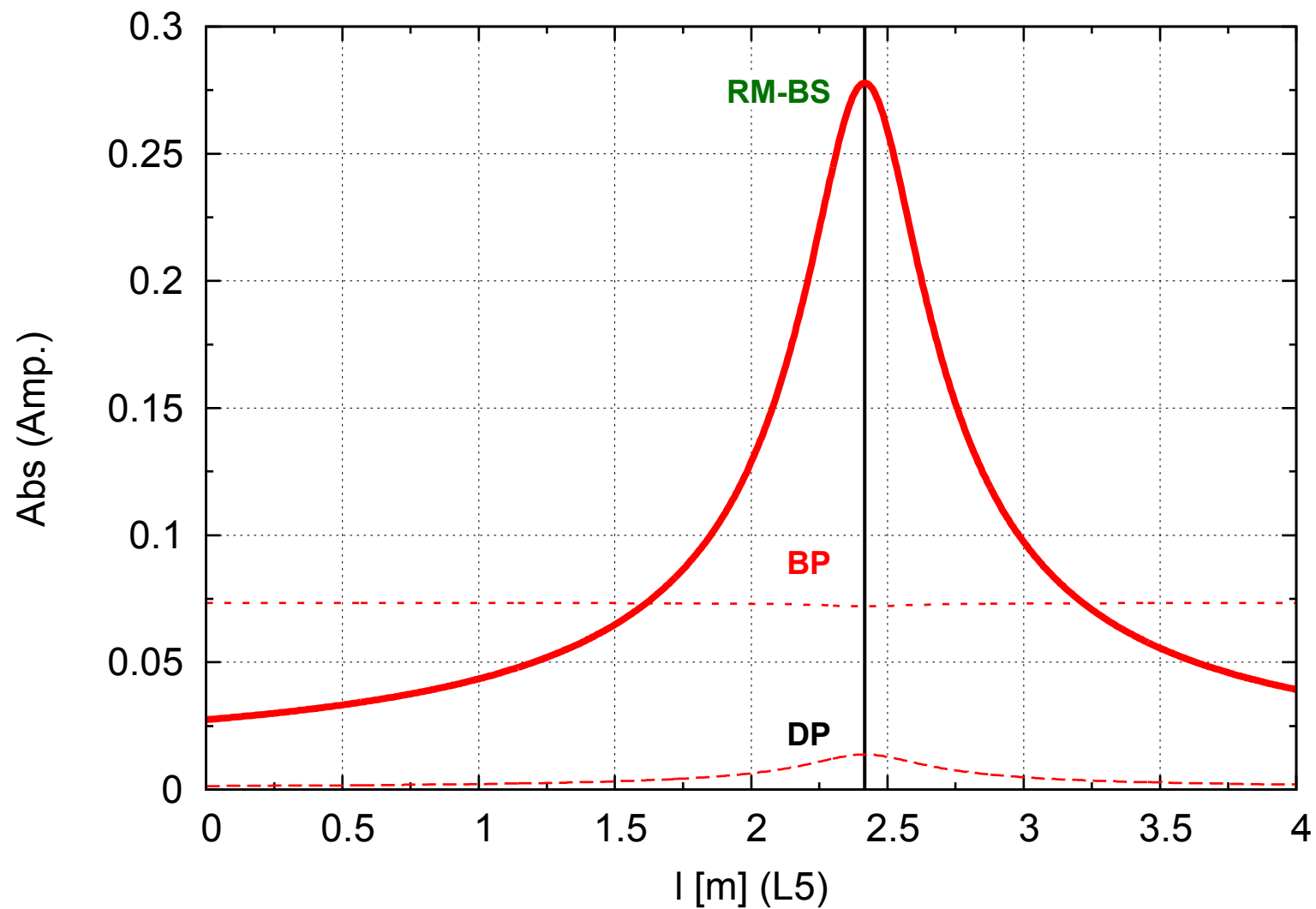
ad2 n3 :
RM-BS

ad3 n15 :
DP

Sideband 1 (AM 15.235MHz)

advutama

Fri Jul 27 05:49:26 2007



ad1 n2 : - - - - -
BP

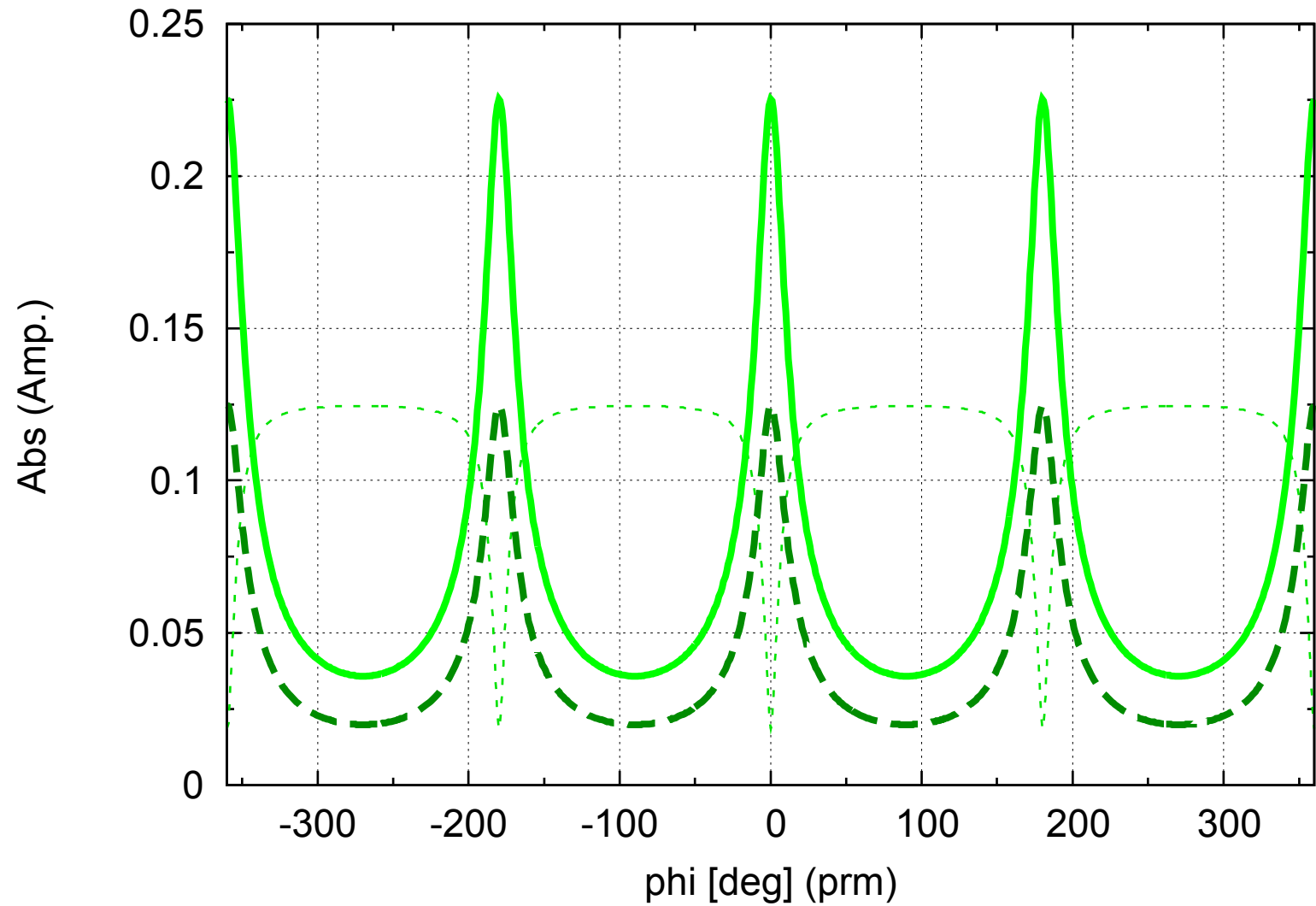
ad2 n3 : —————
RM-BS

ad3 n15 : - - - - -
DP

Sideband 2 (FM 152.35MHz)

advutama

Fri Jul 27 06:49:04 2007



ad1 n2 :

BP

ad2 n3 :

RM-BS

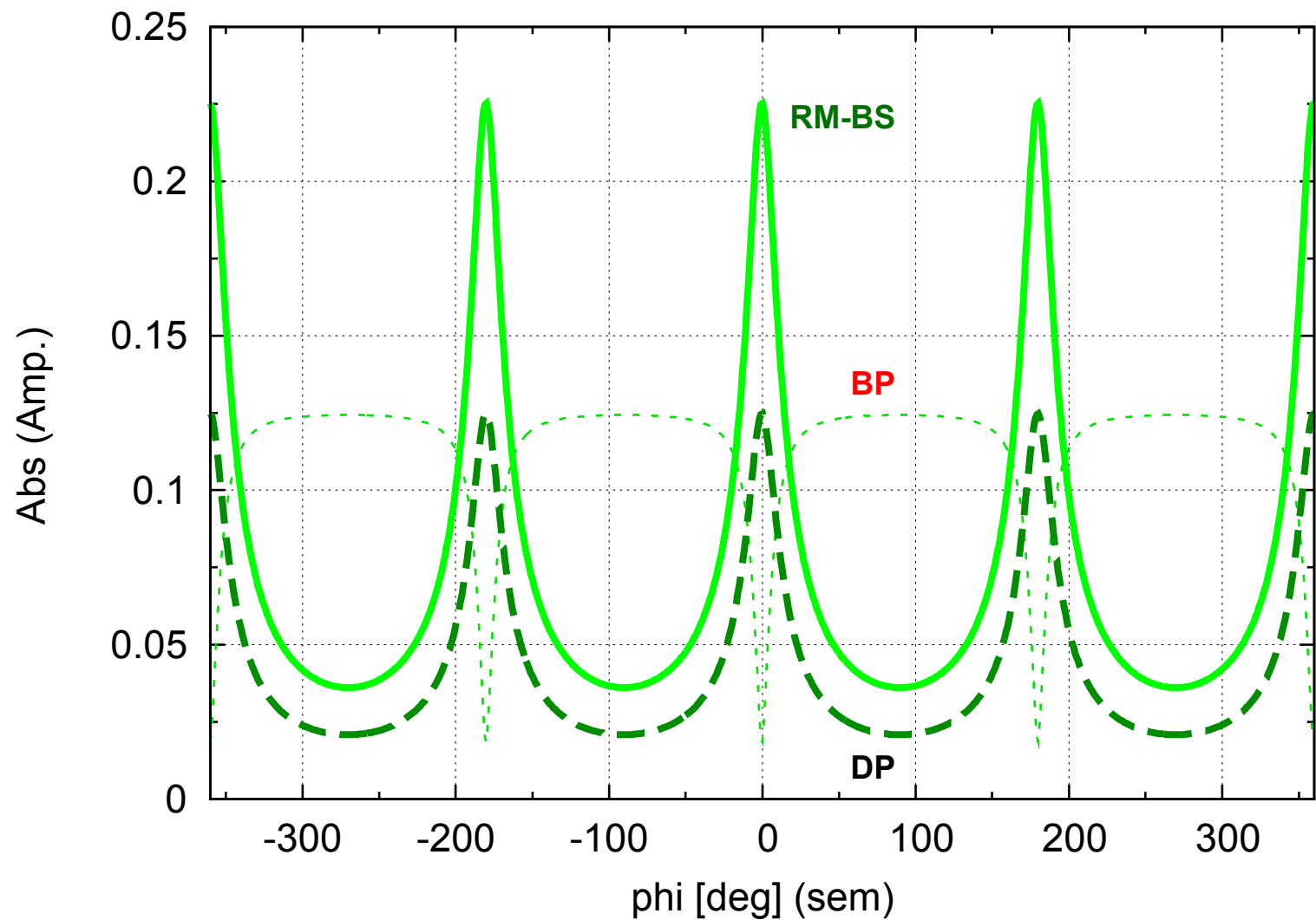
ad3 n15 :

DP

Sideband 2 (FM 152.35MHz)

advtdama

Fri Jul 27 06:48:35 2007



ad1 n2 : - - - -

BP

ad2 n3 : — — —

RM-BS

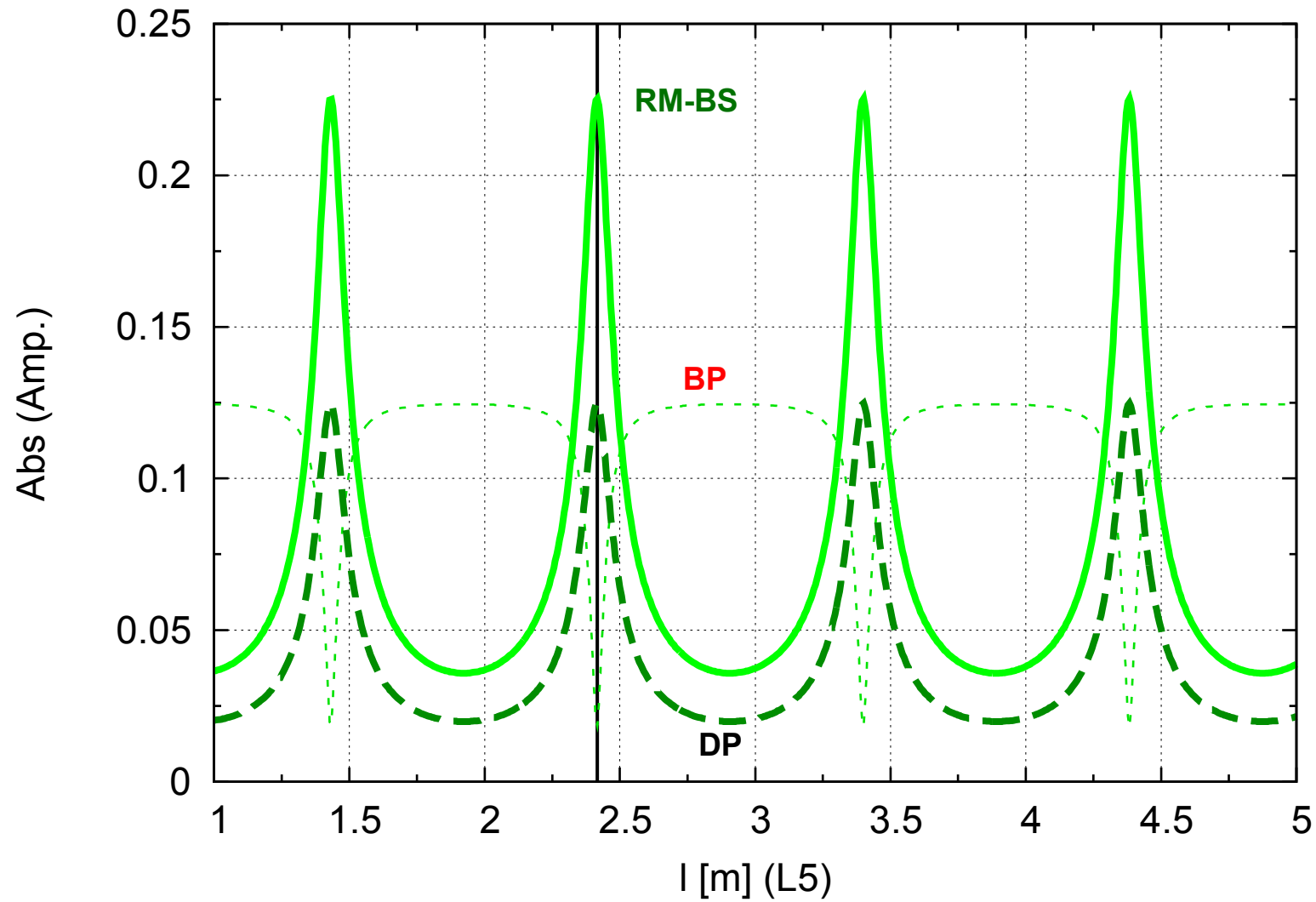
ad3 n15 : - - - -

DP

Sideband 2 (FM 152.35MHz)

advtama

Fri Jul 27 06:50:05 2007



ad1 n2 :
BP

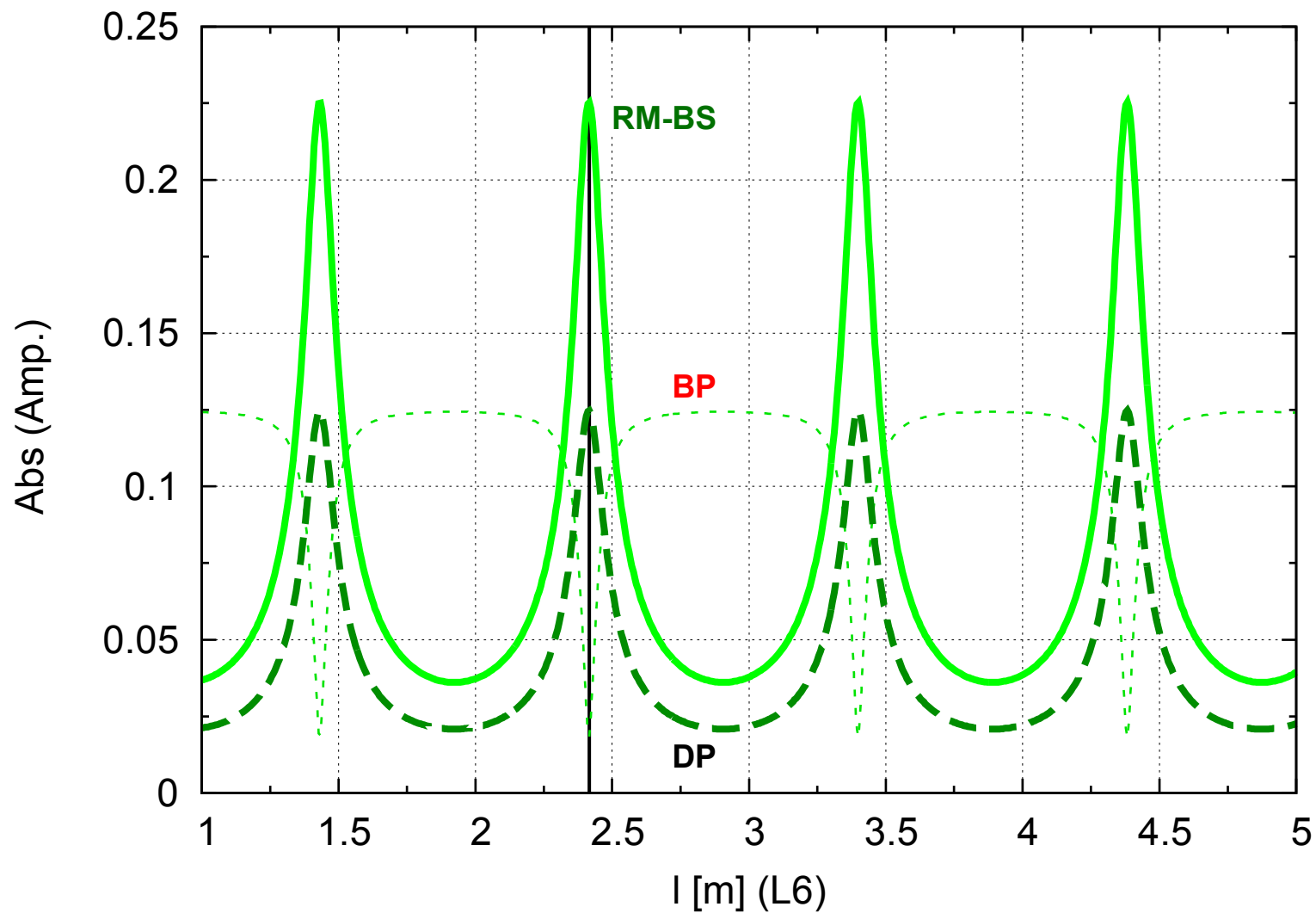
ad2 n3 :
RM-BS

ad3 n15 :
DP

Sideband 2 (FM 152.35MHz)

advutama

Fri Jul 27 06:50:47 2007



ad1 n2 : - - - - -
BP

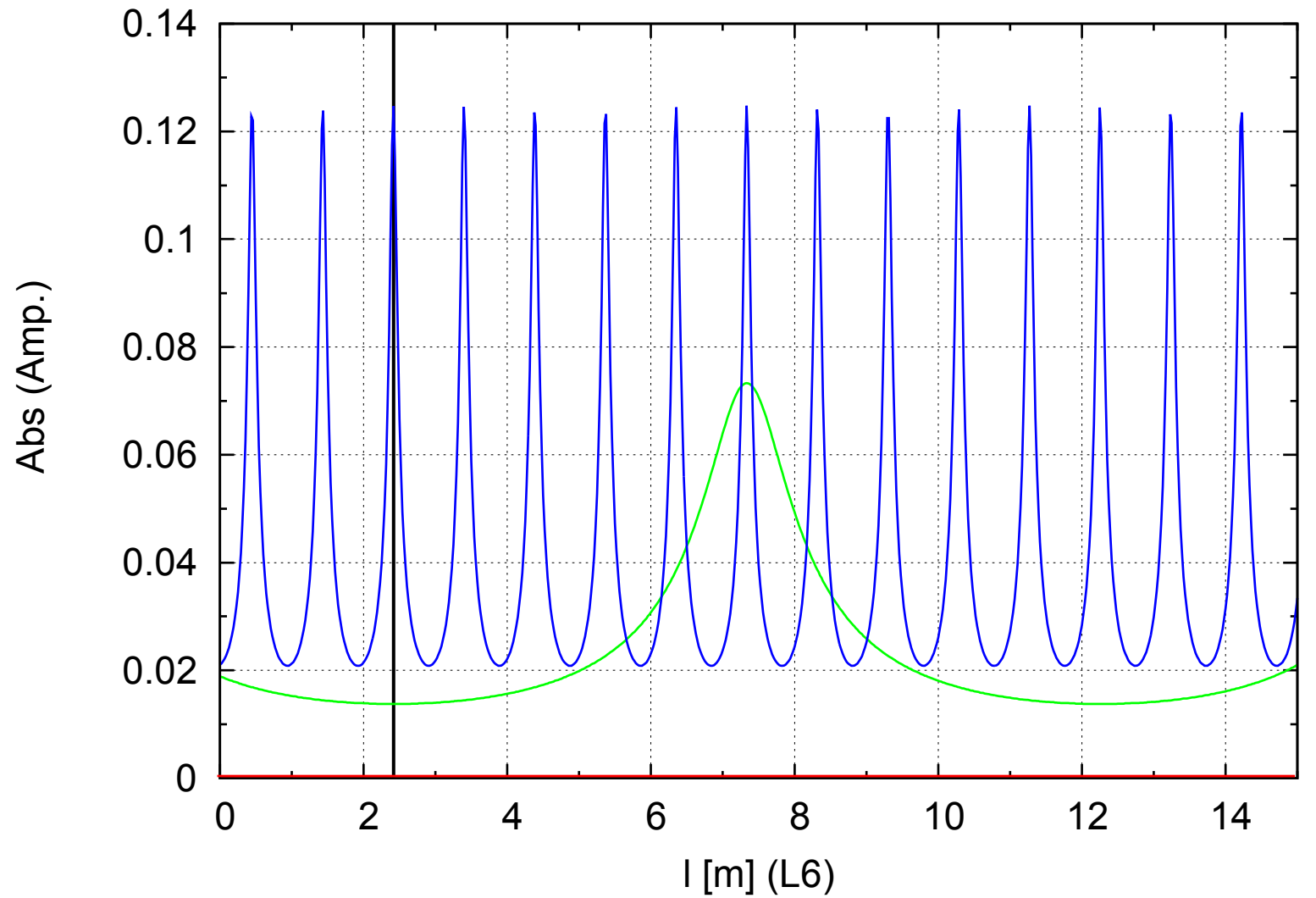
ad2 n3 : —————
RM-BS

ad3 n15 : - - - - -
DP

@ Dark Port

advutama

Fri Jul 27 05:32:08 2007



ad1 n15 :

Carrier

ad2 n15 :

SB 1 (AM 15.235MHz)

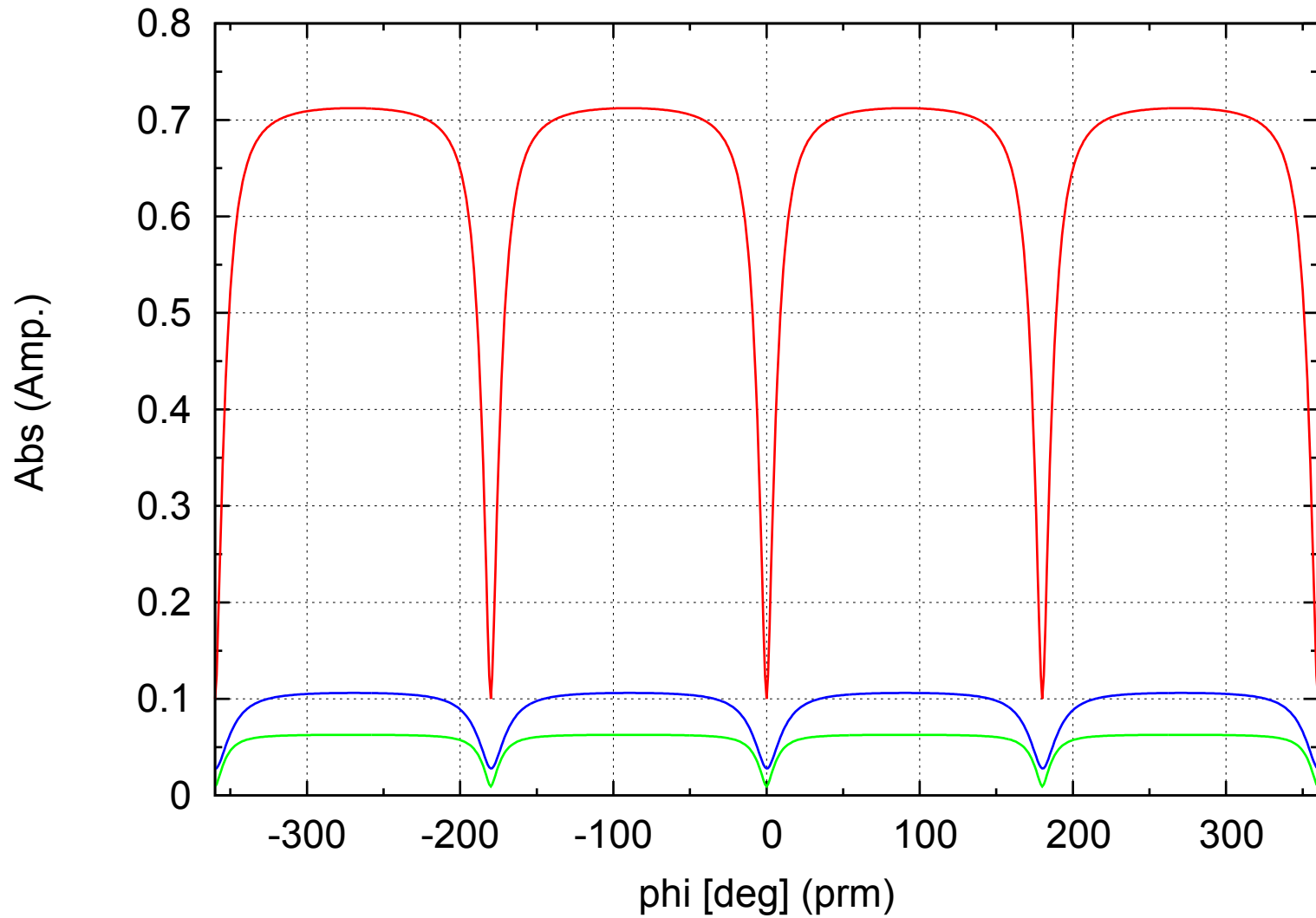
ad3 n15 :

SB2 (FM 152.35MHz)

@ Bright Port

advutama

Sat Jul 28 13:47:13 2007



ad1 n2 : ———
Carrier

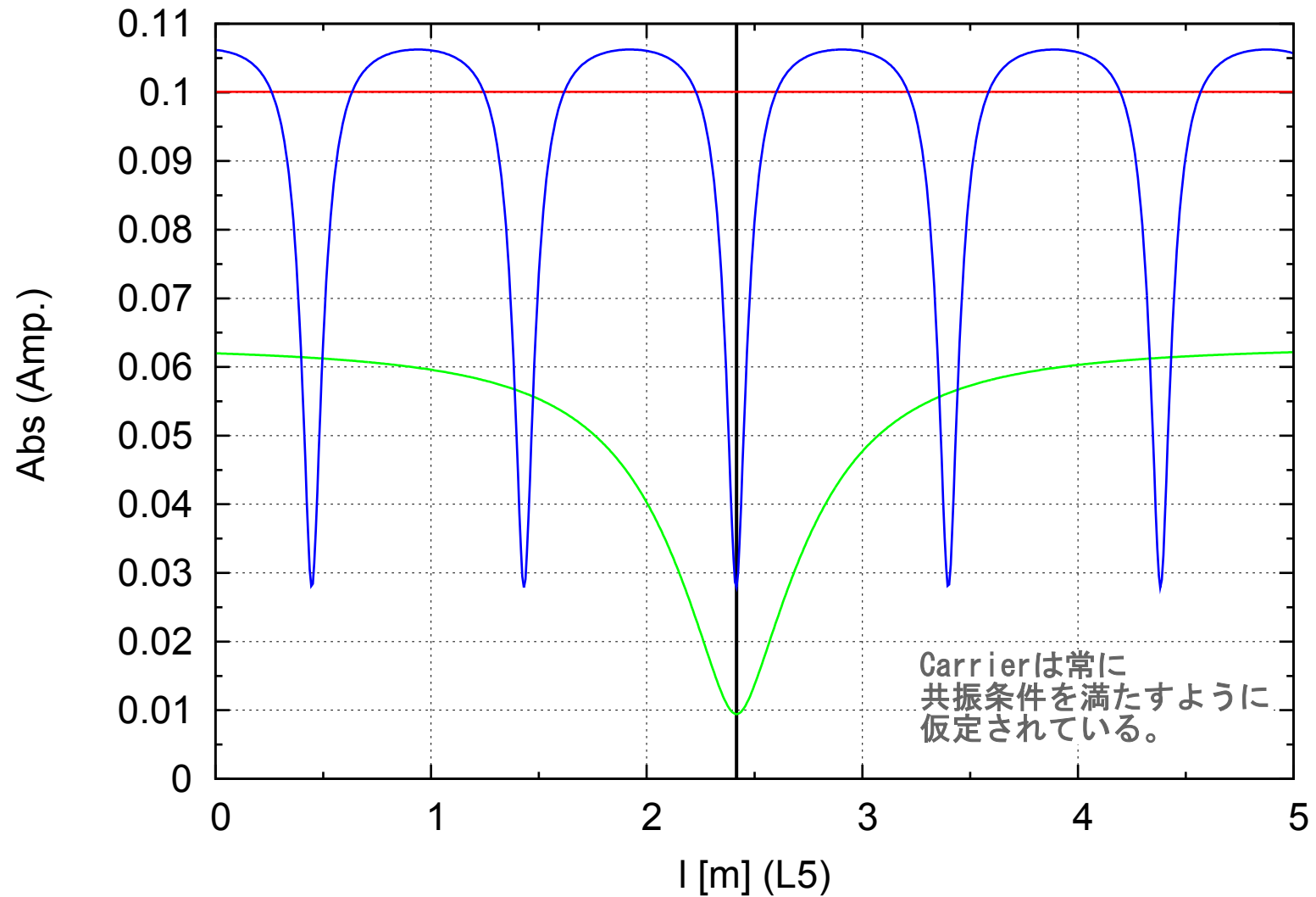
ad2 n2 : ———
Sideband 1
(AM 15.235MHz)

ad3 n2 : ———
Sideband 2
(FM 152.35MHz)

@ Bright Port

advutama

Sat Jul 28 14:09:35 2007



ad1 n2 : ———
Carrier

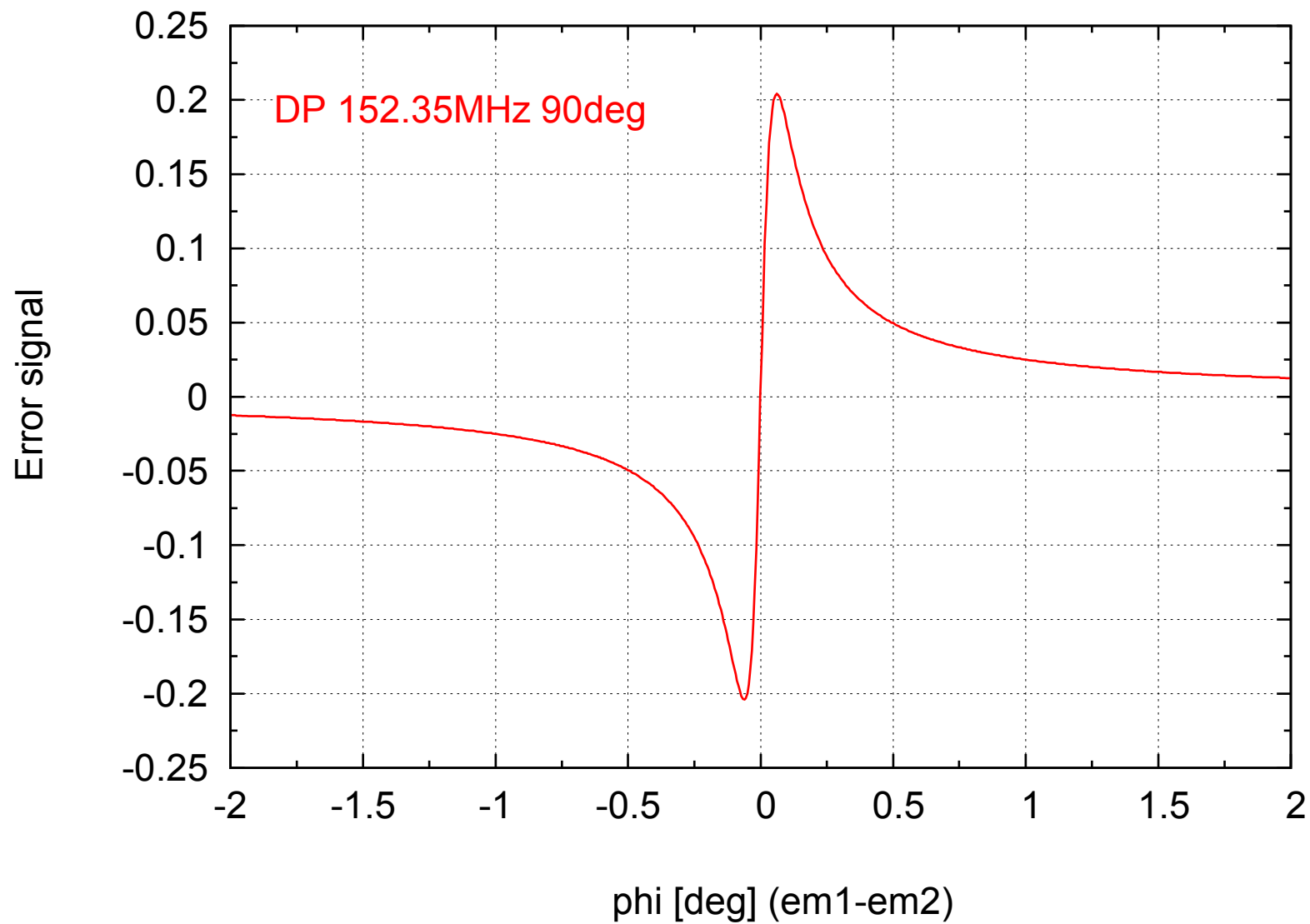
ad2 n2 : ———
Sideband 1
(AM 15.235MHz)

ad3 n2 : ———
Sideband 2
(FM 152.35MHz)

Large L minus

advtama

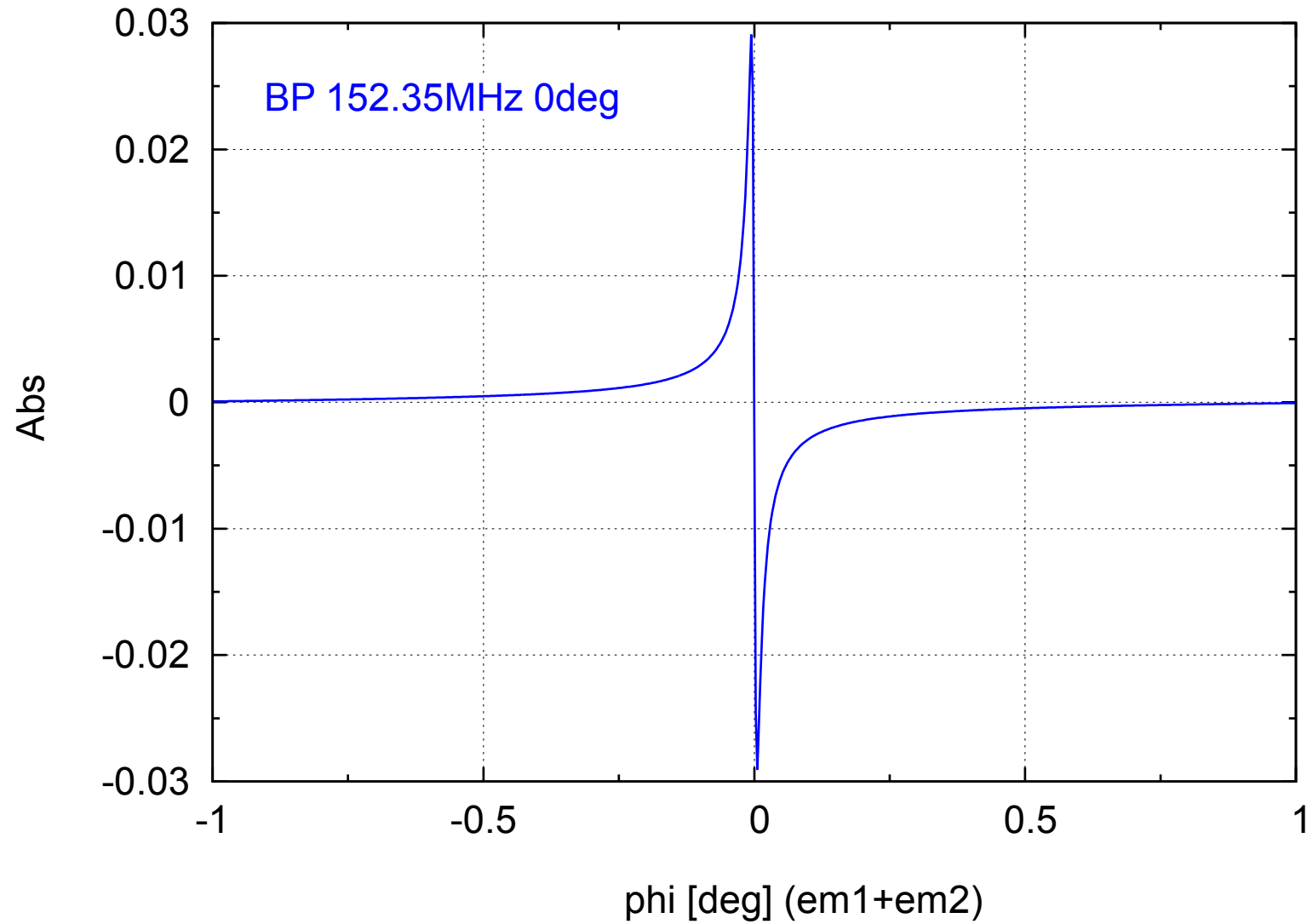
Fri Jul 27 10:43:54 2007



Large L plus

advtama

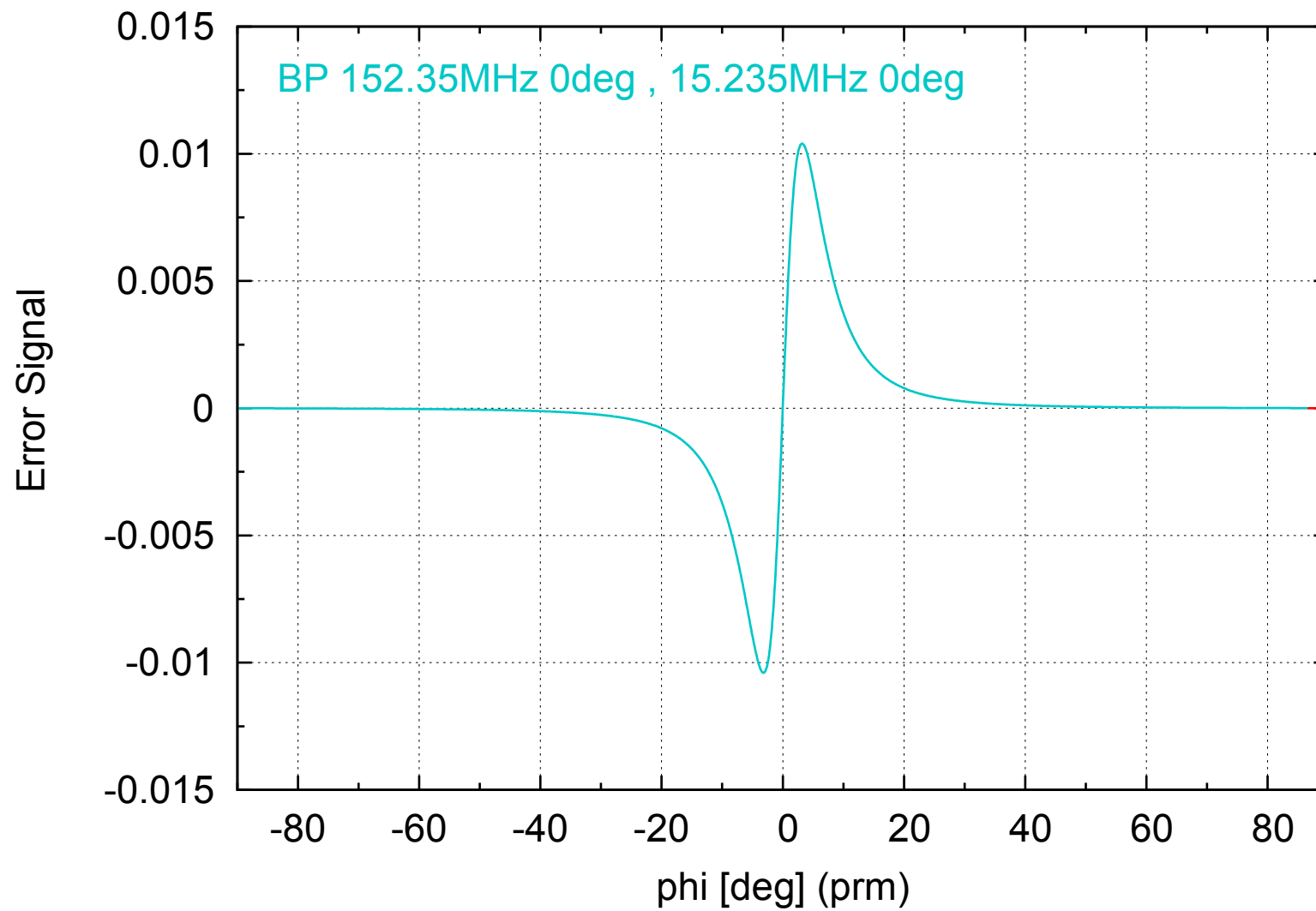
Fri Jul 27 10:43:14 2007



Small L plus

advtama

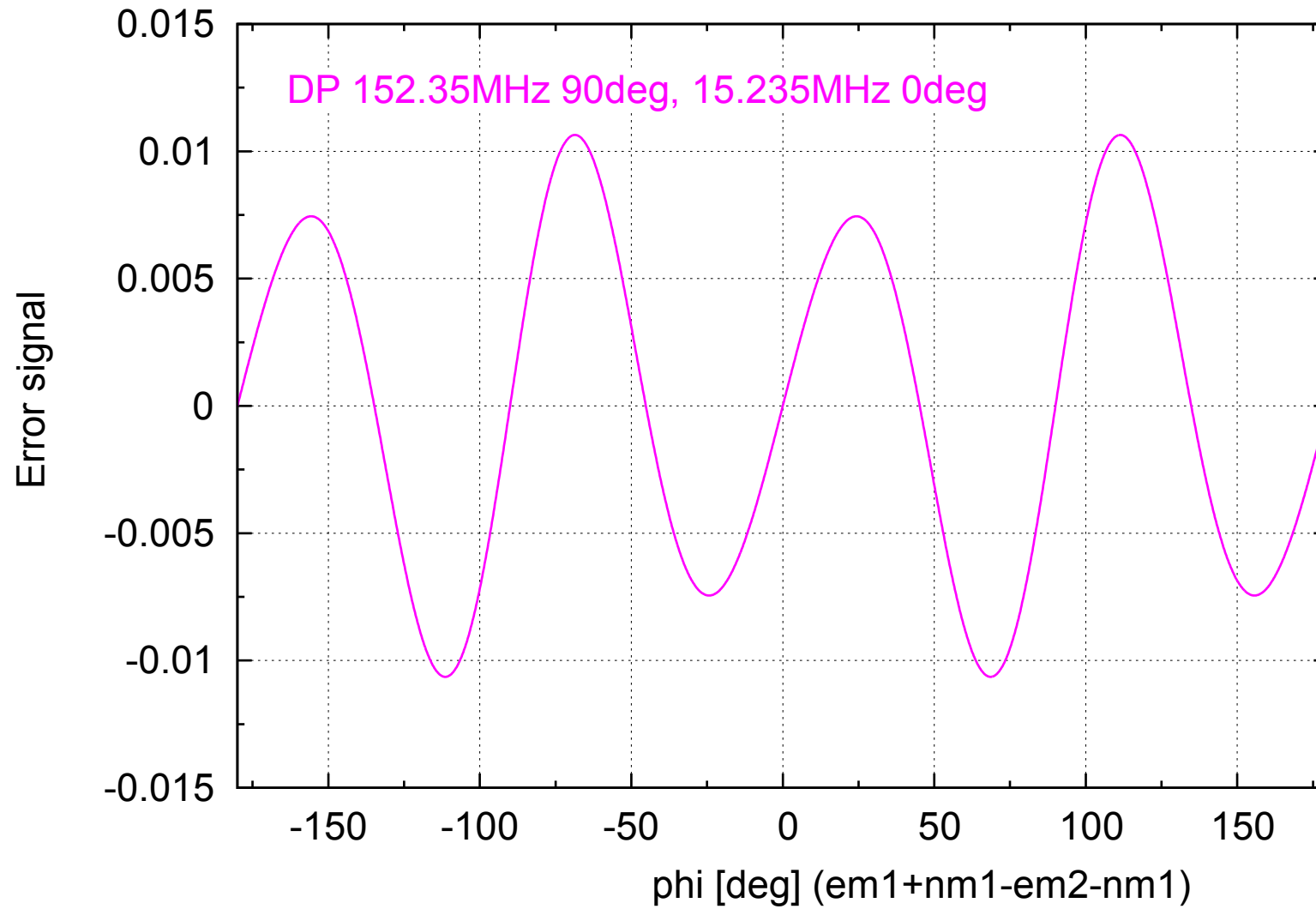
Fri Jul 27 10:44:58 2007



Small L minus

advtama

Sat Jul 28 16:24:14 2007



Small L s

advtama

Sat Jul 28 16:25:21 2007

