Nom : ....

EXAMEN
ASSERVISSEMENT

MAI 2002

ITII FILIÈRE MÉCANIQUE

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Documents autorisés - Durée : 2 heures
Répondre directement sur cet énoncé, dans les cadres prévus à cet effet.

Soit un système dont la fonction de transfert en boucle ouverte est la suivante :

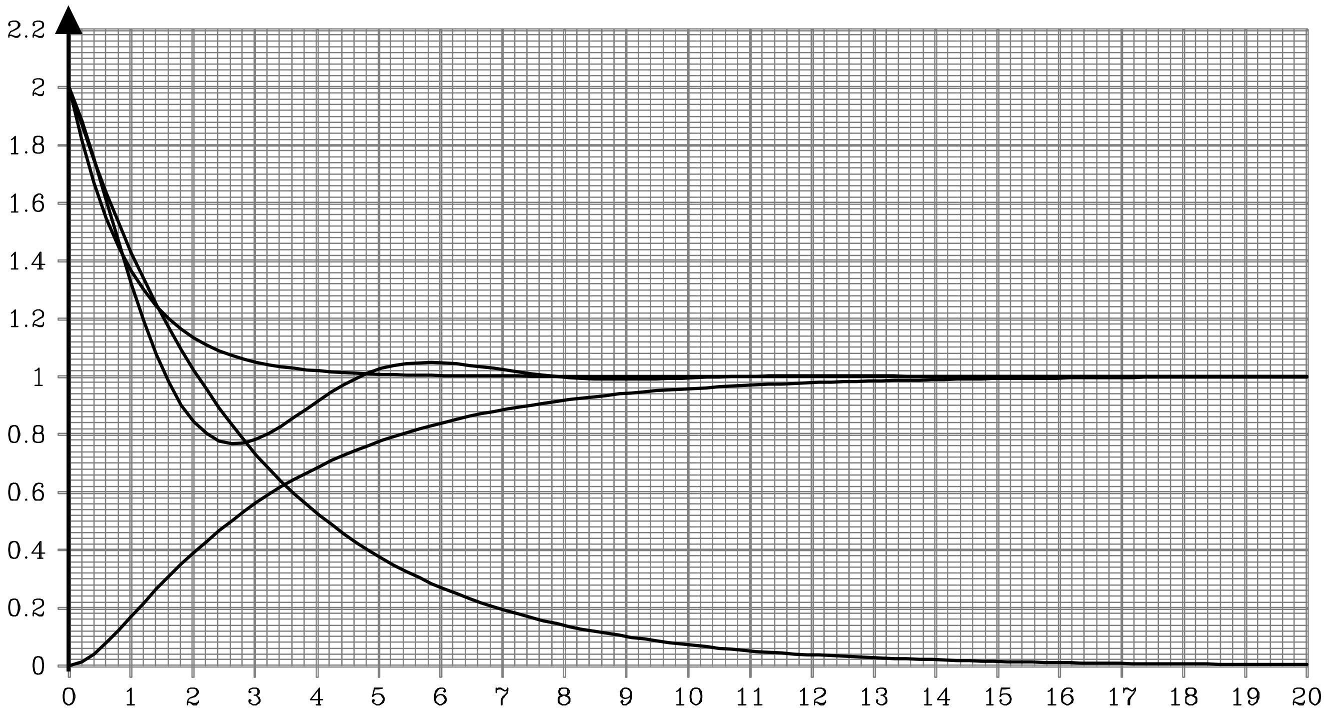
$$H(s) = \frac{2}{s \cdot (s+2) \cdot (3s+1)}$$

I. Etude du système en boucle ouverte (BO).

On soumet le système à une **impulsion** $\delta(t)$.

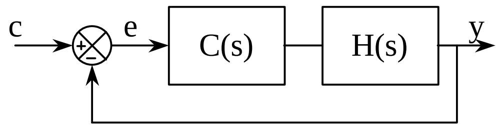
I.1. Déterminer l'expression de la sortie du système en fonction du temps.

I.2. En déduire l'allure de la sortie dans celles proposées ci-après (repérer la bonne réponse) :



II. Etude du système en boucle fermée (BF).

On asservit le système en utilisant un correcteur C(s) comme indiqué ci-dessous.



Dans un premier temps, on prend C(s)=1.

II.1. Déterminer (rapidement) l'erreur statique du système en boucle fermée. Justifier votre réponse.

II.2. La fonction de transfert H(s) du système en boucle ouverte est représentée dans le diagramme de Black-Nichols (page 8). Les points de calcul correspondants sont donnés ci-après.

w	dB	deg.
0.01	40.0	-92.0
0.011	39.2	-92.2
0.012	38.4	-92.4
0.013	37.7	-92.6
0.015	36.5	-93.0
0.018	34.9	-93.6
0.02	34.0	-94.0
0.022	33.1	-94.4
0.025	32.0	-95.0
0.03	30.4	-96.0
0.04	27.9	-98.0
0.05	25.9	-100.0
0.06	24.3	-101.9
0.075	22.3	-104.8
0.09	20.6	-107.7
0.1	19.6	-109.6
0.11	18.7	-111.4
0.12	17.9	-113.2
0.13	17.1	-115.0
0.15	15.7	-118.5
0.18	13.7	-123.5
0.2	12.6	-126.7
0.22	11.5	-129.7
0.25	10.0	-134.0
0.3	7.8	-140.5

w	dB	deg.
0.5	0.6	-160.3
0.6	-2.2	-167.6
0.75	-5.9	-176.6
0.9	-9.1	-183.9
1	-11.0	-188.1
1.1	-12.7	-192.0
1.2	-14.4	-195.4
1.3	-15.9	-198.6
1.5	-18.7	-204.3
1.8	-22.5	-211.5
2	-24.7	-215.5
2.2	-26.8	-219.1
2.5	-29.6	-223.7
3	-33.8	-230.0
4	-40.6	-238.7
5	-46.1	-244.4
6	-50.7	-248.4
7.5	-56.3	-252.5
9	-61.0	-255.4
10	-63.7	-256.8
11	-66.2	-258.0
12	-68.4	-258.9
13	-70.5	-259.8
15	-74.2	-261.1
18	-78.9	-262.6

w	dB	deg.
22	-84.1	-263.9
25	-87.4	-264.7
30	-92.2	-265.5
40	-99.7	-266.7
50	-105.5	-267.3
60	-110.2	-267.8
75	-116.0	-268.2
90	-120.8	-268.5
100	-123.5	-268.7
110	-126.0	-268.8
120	-128.3	-268.9
130	-130.4	-269.0
150	-134.1	-269.1
180	-138.8	-269.3
200	-141.6	-269.3
220	-144.1	-269.4
250	-147.4	-269.5
300	-152.1	-269.6
400	-159.6	-269.7
500	-165.5	-269.7
600	-170.2	-269.8
750	-176.0	-269.8
900	-180.8	-269.9
1000	-183.5	-269.9

II.2.a. Le système peut-il être stable en boucle fermée ? Justifier votre réponse.

II.2.b. Déterminer dans le plan de Black-Nichols le gain du système en boucle fermée lorsque la phase (en BF) vaut –180°.

Gain = ... dB (en BF, quand $\varphi_{BF} = -180°$)

Porter ce point dans le diagramme de Black (On le notera **A**)

Conclure.

II.2.c. Déterminer m_g la marge de gain du système en BO.

m_g = ... dB

II.2.d. Déterminer m_φ, la marge de phase du système en BO.

m_φ = ... degrés

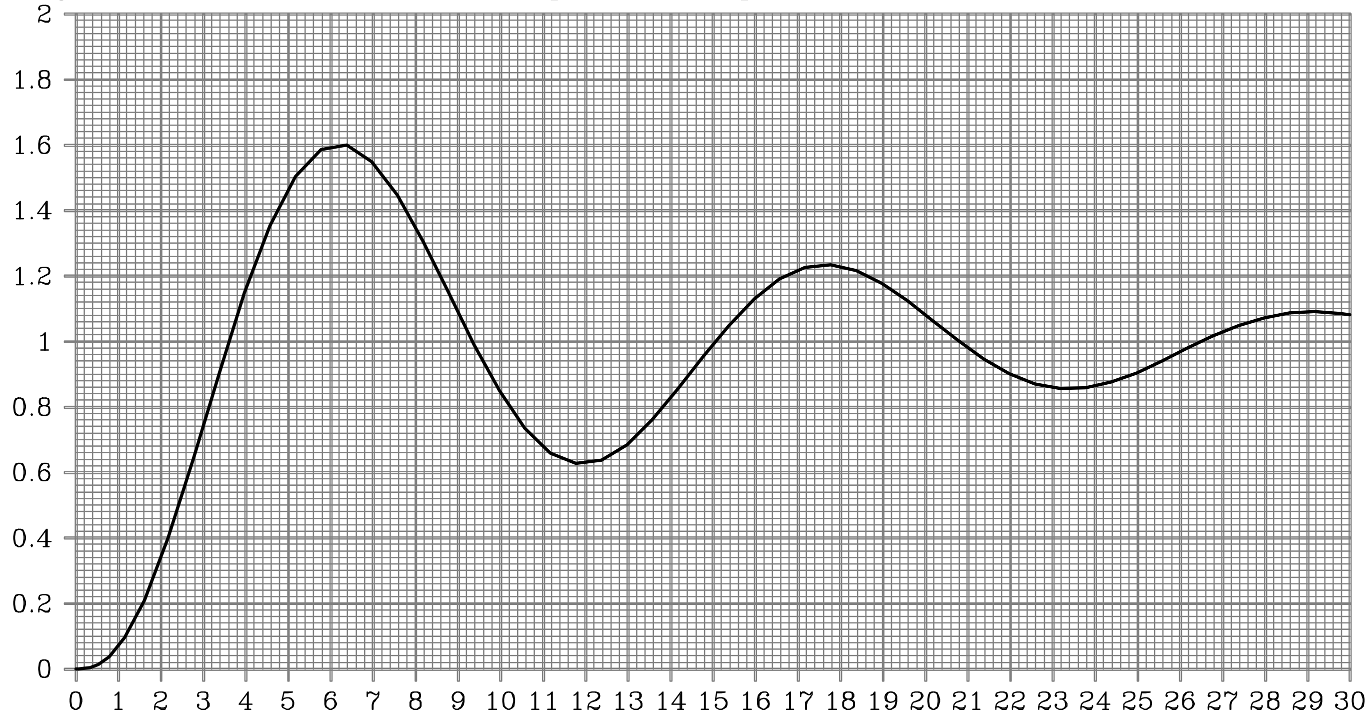
II.2.e. Déterminer ω_R, la pulsation de résonance du système en BF.

ω_R = ... radians/seconde

Porter ce point dans le diagramme de Black

Gain atteint en ω_R : .... dB (en BF)

I.2.g. On donne ci-dessous l'allure de la réponse obtenue pour une entrée indicielle.



Déterminer l'amplitude du dépassement obtenu (en %) : ....

Déterminer le temps de réponse à 5% : ....

II.3. Correcteur proportionnel.

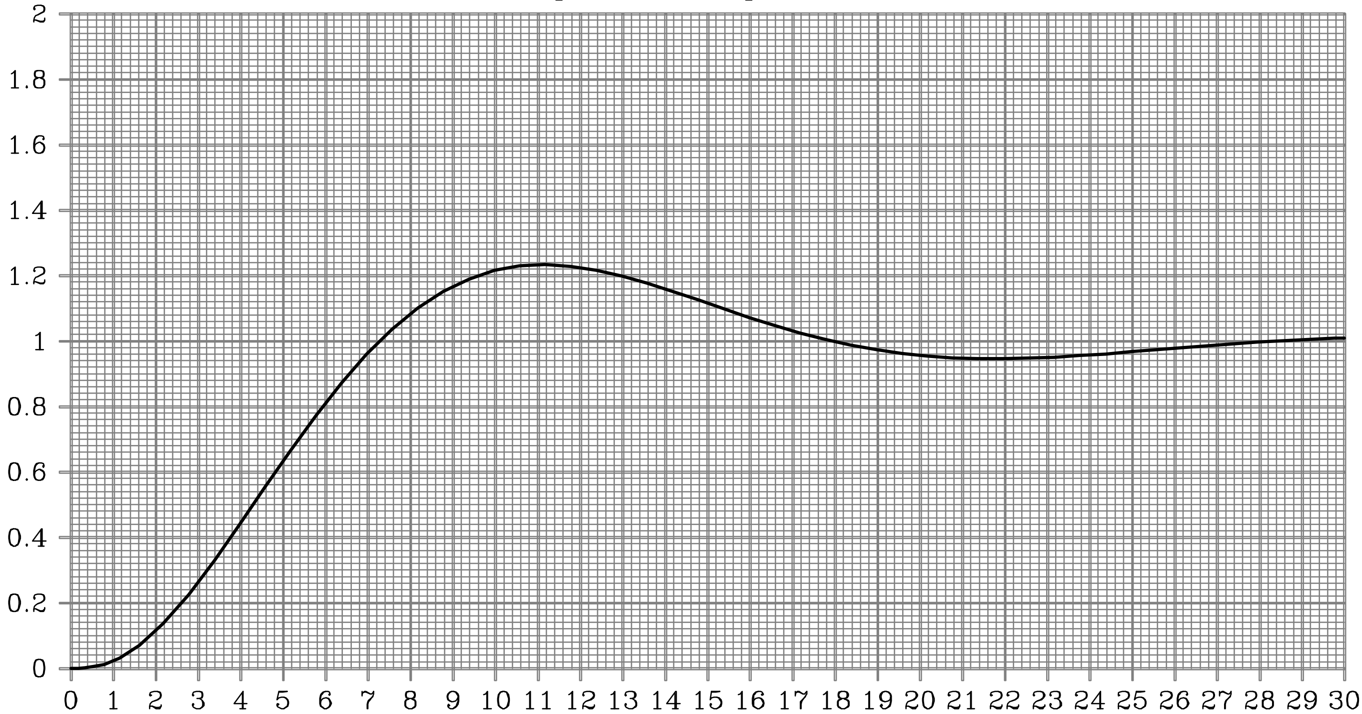
On met en place un correcteur proportionnel : **$C(s)=K_P$** pour obtenir une marge de phase de 45°.

II.3.a. Déterminer la valeur K_P du gain proportionnel à appliquer pour satisfaire cette contrainte.

K_P = ...dB, soit, un gain (linéaire) = ...

II.3.b. Tracer alors dans le plan de Black la nouvelle fonction de transfert obtenue dans la chaîne directe. *(Courbe 1)*

II.3.c. On donne ci-dessous l'allure de la réponse obtenue pour une entrée indicielle.



Déterminer l'amplitude du dépassement obtenu (en %) : ....

Déterminer le temps de réponse à 5% : ....

Conclure :

II.4. Correcteur à avance de phase.

On met en place un correcteur dont la fonction de transfert est : $C(s) = K_C \cdot \dfrac{1+\dfrac{s}{w_1}}{1+\dfrac{s}{w_2}}$

Etudier C(jω) et tracer les diagrammes de Bode *asymptotiques* lorsque $\omega_1 < \omega_2$, et lorsque $\omega_1 > \omega_2$:

On pourra ramener l'étude à celle de la fonction $\left(1+\dfrac{s}{w_i}\right)$

$\omega \to 0$:

$\omega \to \infty$:

$\omega = \omega_1$:

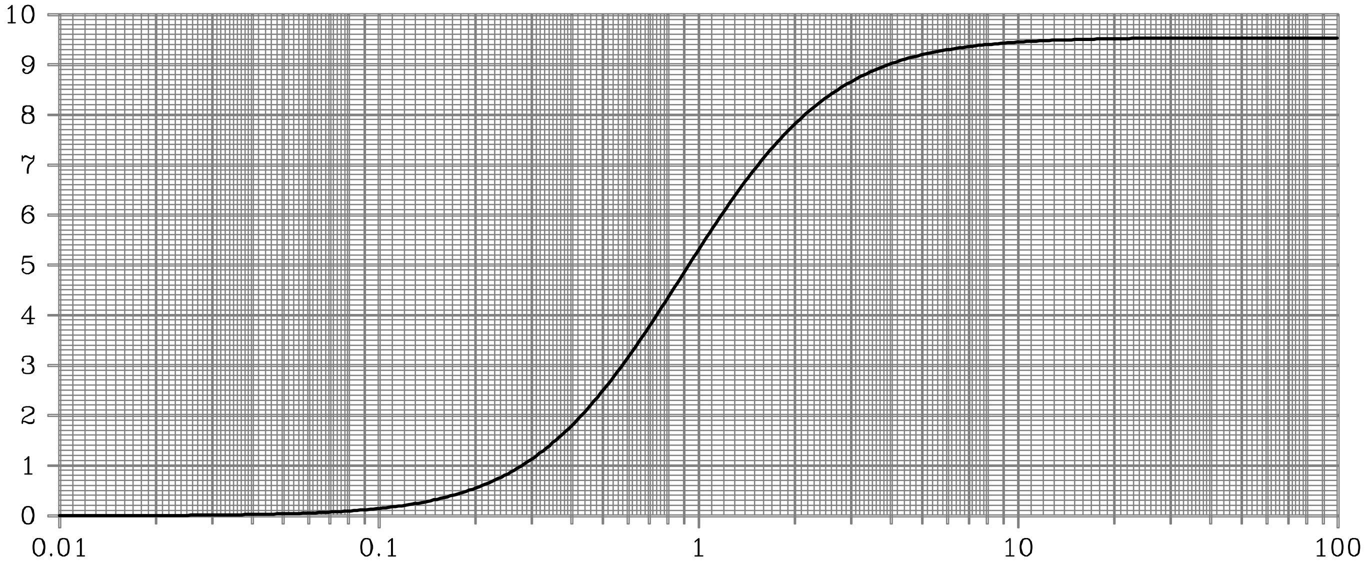
$\omega = \omega_2$:

$\mathbf{w_1 < w_2}$ Diagrammes de Bode	$\mathbf{w_1 > w_2}$ Diagrammes de Bode
Gain :	Gain :
Phase :	Phase :

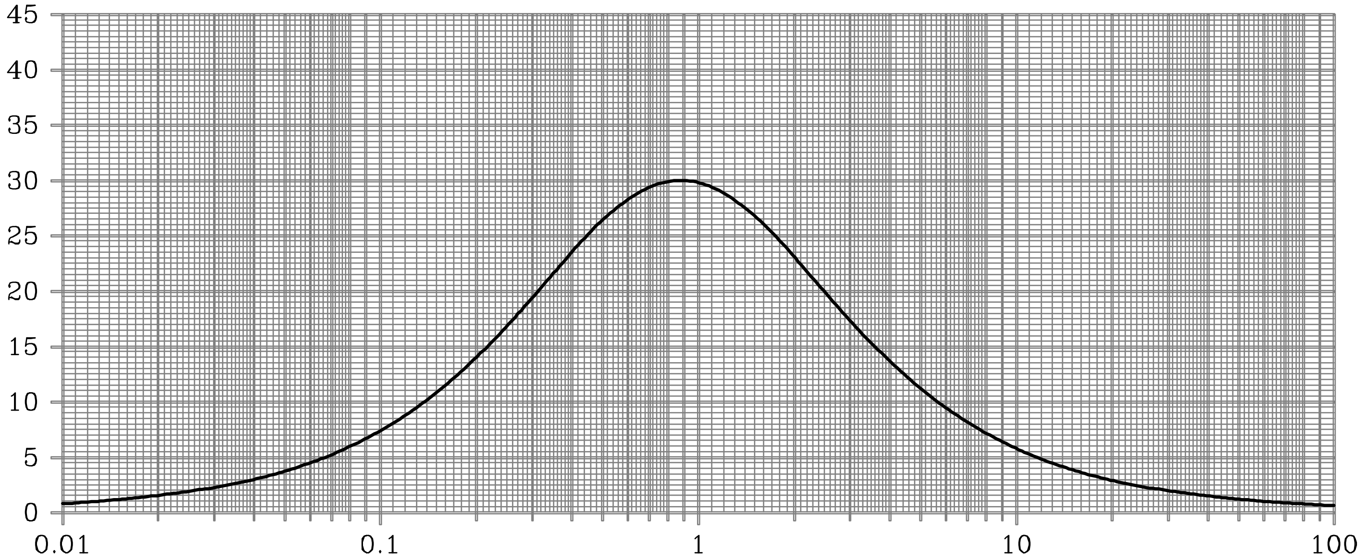
On prend w_1=0.51 ras/s, w_2=1.53 rad/s et K_C=1.

Les diagrammes de Bode correspondants sont les suivants :

Gain :



Phase :



En déduire et tracer la réponse de la chaîne directe $\left(C(s)\cdot H(s)\right)$ dans le plan de Black. *(Courbe 2)*

Indiquer brièvement comment on obtient cette courbe.

Quelle est alors la marge de phase obtenue ?

m_φ = ...degrés

Nom : ....

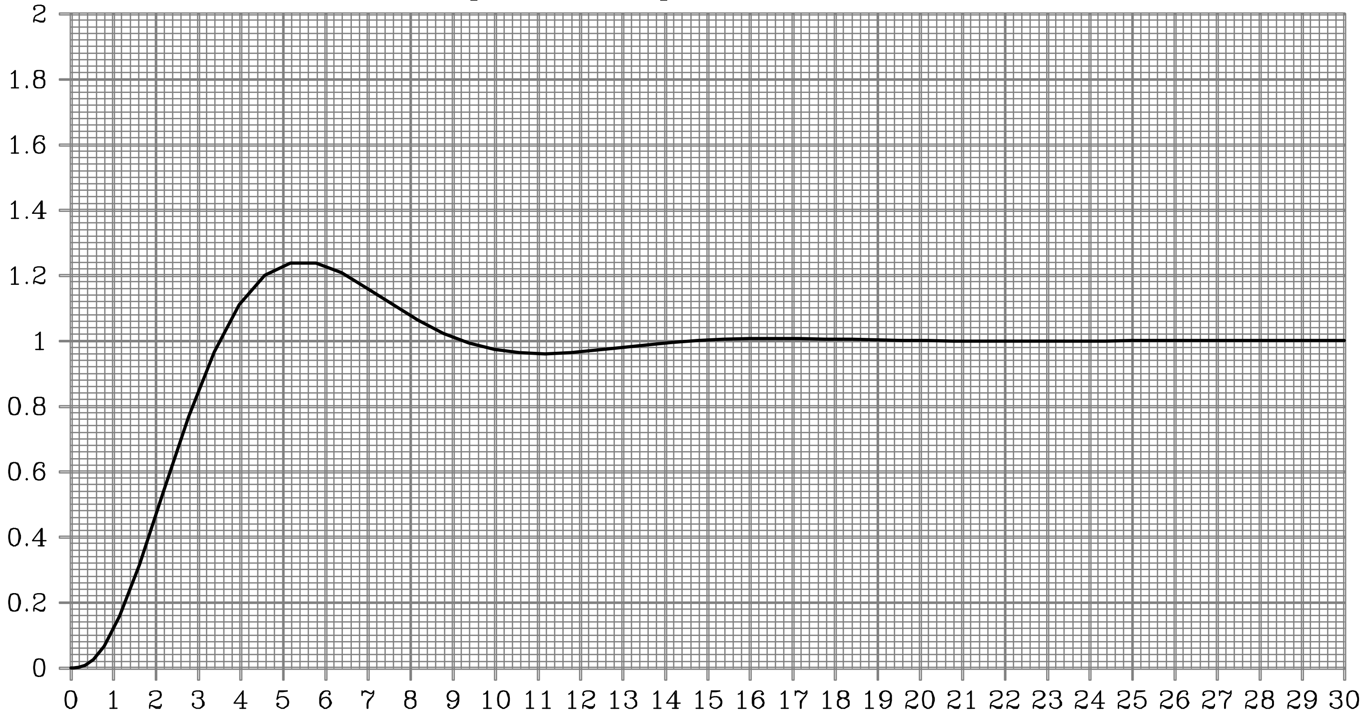
Déterminer K_C pour obtenir une marge de phase de 45°.

K_C = ...dB, soit, un gain (linéaire) = ...

Tracer la nouvelle réponse de la chaîne directe $(C(s) \cdot H(s))$ dans le plan de Black. *(Courbe 3)*

Quel est l'intérêt de ce correcteur ?

On donne ci-dessous l'allure de la réponse obtenue pour une entrée indicielle.

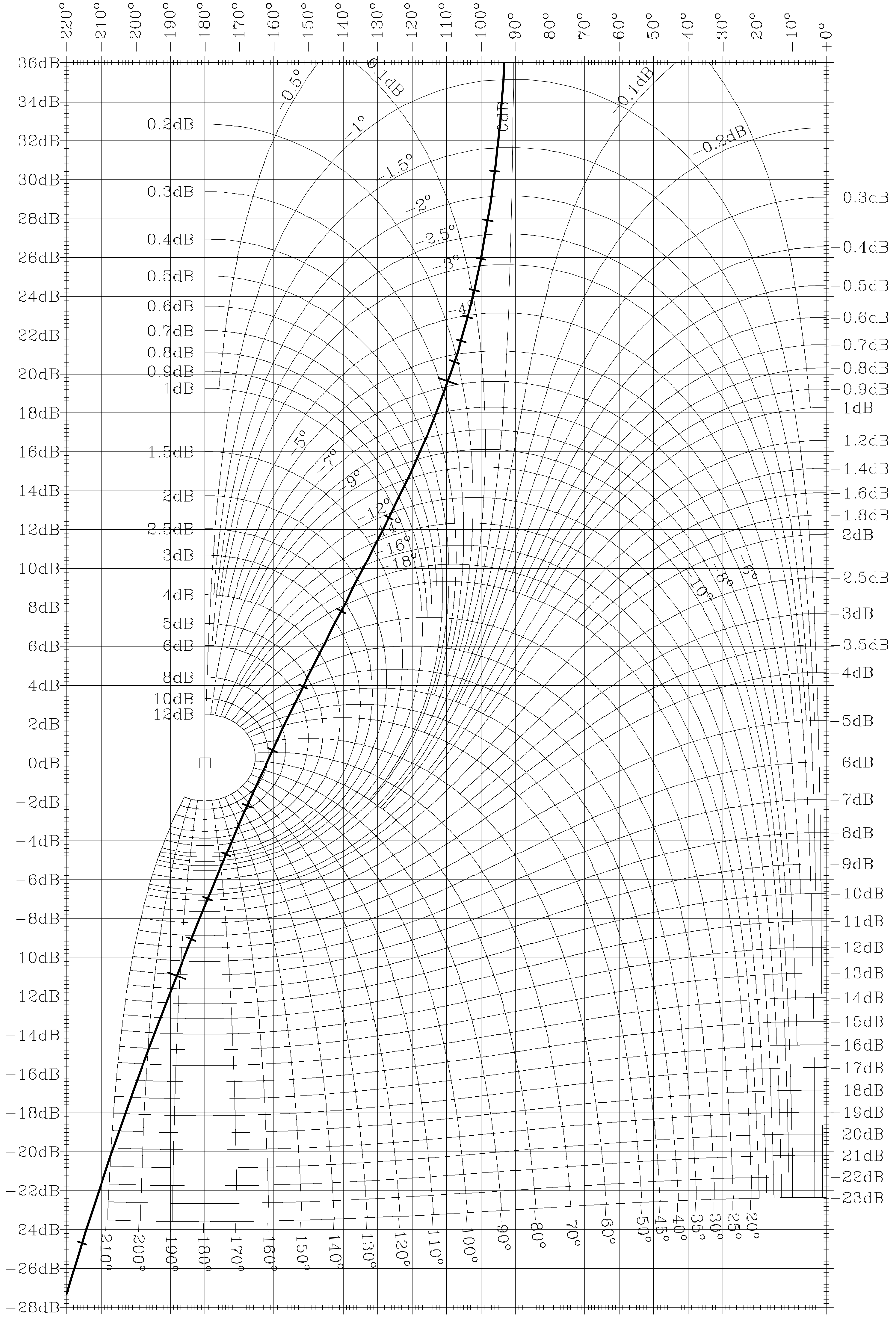


Déterminer l'amplitude du dépassement obtenu (en %) : ....

Déterminer le temps de réponse à 5% : ....

Conclure :

 Nom : ....


36dB
34dB
32dB
30dB
28dB
26dB
24dB
22dB
20dB
18dB
16dB
14dB
12dB
10dB
8dB
6dB
4dB
2dB
0dB
−2dB
−4dB
−6dB
−8dB
−10dB
−12dB
−14dB
−16dB
−18dB
−20dB
−22dB
−24dB
−26dB
−28dB
−220°
−210°
−200°
−190°
−180°
−170°
−160°
−150°
−140°
−130°
−120°
−110°
−100°
−90°
−80°
−70°
−60°
−50°
−40°
−30°
−20°
−10°
+0°
0dB
0.1dB
−0.1dB
−0.2dB
0.2dB
0.3dB
0.4dB
0.5dB
0.6dB
0.7dB
0.8dB
0.9dB
1dB
1.5dB
2dB
2.5dB
3dB
4dB
5dB
6dB
8dB
10dB
12dB
−0.3dB
−0.4dB
−0.5dB
−0.6dB
−0.7dB
−0.8dB
−0.9dB
−1dB
−1.2dB
−1.4dB
−1.6dB
−1.8dB
−2dB
−2.5dB
−3dB
−3.5dB
−4dB
−5dB
−6dB
−7dB
−8dB
−9dB
−10dB
−11dB
−12dB
−13dB
−14dB
−15dB
−16dB
−17dB
−18dB
−19dB
−20dB
−21dB
−22dB
−23dB
−0.5°
−1°
−1.5°
−2°
−2.5°
−3°
−4°
−5°
−7°
−9°
−12°
−14°
−16°
−18°
−10°
−8°
−6°
−210°
−200°
−190°
−180°
−170°
−160°
−150°
−140°
−130°
−120°
−110°
−100°
−90°
−80°
−70°
−60°
−50°
−45°
−40°
−35°
−30°
−25°
−20°