

**טופס מלווה לשאלון מבחן**

שם הקורס:		מבוא למקרה	
מספר קורס:	31910	שם מרצה:	פרופ' א"ס לברט
מחלקה:	חשמל	תאריך בחינה:	8.11.2015
שעת בחינה:	09:00	משך הבחינה:	3 שעות
סמסטר:	(א) ב', קיץ תשע"ו	מועד בחינה:	(א) ב', מיוחד

**הוראות לנבחן ולמשגיח**

With solutions

- יש לענות על הבחינה (לסמן X בסוגריים):  
( ) במחברת הבחינה בלבד  
(X) במחברת הבחינה ועל גבי טופס שאלון הבחינה  
( ) בטופס שאלון הבחינה בלבד
- המחברות ייבדקו / לא ייבדקו (מחק את המיותר).
- טפסי השאלון ייבדקו / לא ייבדקו (מחק את המיותר).
- ניתן / לא ניתן להשתמש בכל חומר עזר פרט - (מחק את המיותר).
- ניתן / לא ניתן להשתמש במחשבון (מחק את המיותר).
- יש / אין לחלק לסטודנטים פתקי שאלות (מחק את המיותר).
- יש / אין להחזיר את השאלון המבחן בסוף הבחינה (מחק את המיותר).
- יש / אין לצרף את השאלון למחברת הבחינה בסוף הבחינה (מחק את המיותר).
- יש לענות על כל השאלות / חלק השאלות (מחק את המיותר).
- מספר הנקודות לכל שאלה נתון בסוגריים ( ) .
- היכן שדרושים הסברים תגי הסבר.
- כל העבודה, כולל טיוטה וחשובי עזר, צריכה להיכתב במחברת הבחינה בלבד ו/או בשאלון (כמסומן בסעיף 1) ואין להשתמש בכל נייר אחר.
- אין להעביר כל חומר בין הסטודנטים.

הערות

---



---



---



---



---

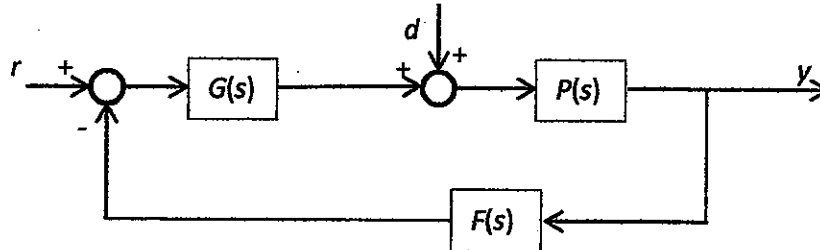
**בהצלחה!**



**מבוא לבקרה — 31910**  
**מבחן סופי, מועד א — סמסטר א 2014/5**  
**יש לענות על כל השאלות — 3 שעות**

Control exam: 2014/5, semester 1, session A, 3 hours. Answer all questions.

1. Given is a 2DoF feedback system with controllers  $G$  and  $F$ .  $r$  and  $d$  are independent reference and disturbance signals respectively.



- (a) Derive an equation that relates  $Y$  to  $R$  and  $D$ . [3 pts]  
 (b) Assume a given loop transfer function  $L = FGP$ . Derive an equation for  $F$  as a function of  $L$ , so that the error  $(Y - R)$  is independent of the reference  $R$ . [5 pts]

2. Given is a loop transfer function  $L(s) = k \frac{10}{1-s} e^{-0.2s}$ .

- (a) Draw  $L(j\omega)$  for  $k = 1$  on the attached S-Chart. [10 pts]  
 (b) Find the range of  $k \in [k_{\min}, k_{\max}]$  in which the closed loop system is stable. [10 pts]  
 (c) Draw  $L(j\omega)$  for  $k = [k_{\min} + k_{\max}] / 2$  on the attached S-Chart. [10 pts]  
 (d) Sketch the corresponding full Nyquist diagram on the attached EdS Chart. [12 pts]

3. Given is a plant  $P(s) = \frac{1}{1+s}$  and an uncertain sensor

$$H(s) = \frac{a-s}{1+s/1000}, \quad a \in [30 \ 100]. \quad \text{Design a PI controller } G(s) = k \left( 1 + \frac{\omega_c}{s} \right)$$

such that the resulting loop has the highest possible  $\omega_{gc}$  while

$|S(j\omega)| < 3\text{dB}, \forall \omega, a$ . The nominal loop transfer function is prescribed at  $a = 100$ .

- (a) Calculate and draw loop templates with clearly marked handles at  $\omega = 10, 30$ , and  $100$  on the attached EdS Chart. (Four points per template suffice.) [10 pts]  
 (b) Draw the corresponding design bounds for  $\omega = 10, 30$ , and  $100$  on the attached EdS Chart. [10 pts]  
 (c) Design the controller and report your  $k$  and  $\omega_c$  on the attached EdS Chart. [15 pts]  
 (d) Draw the final  $L(j\omega)$  for  $a = 100$  on the attached S Chart. [15 pts]

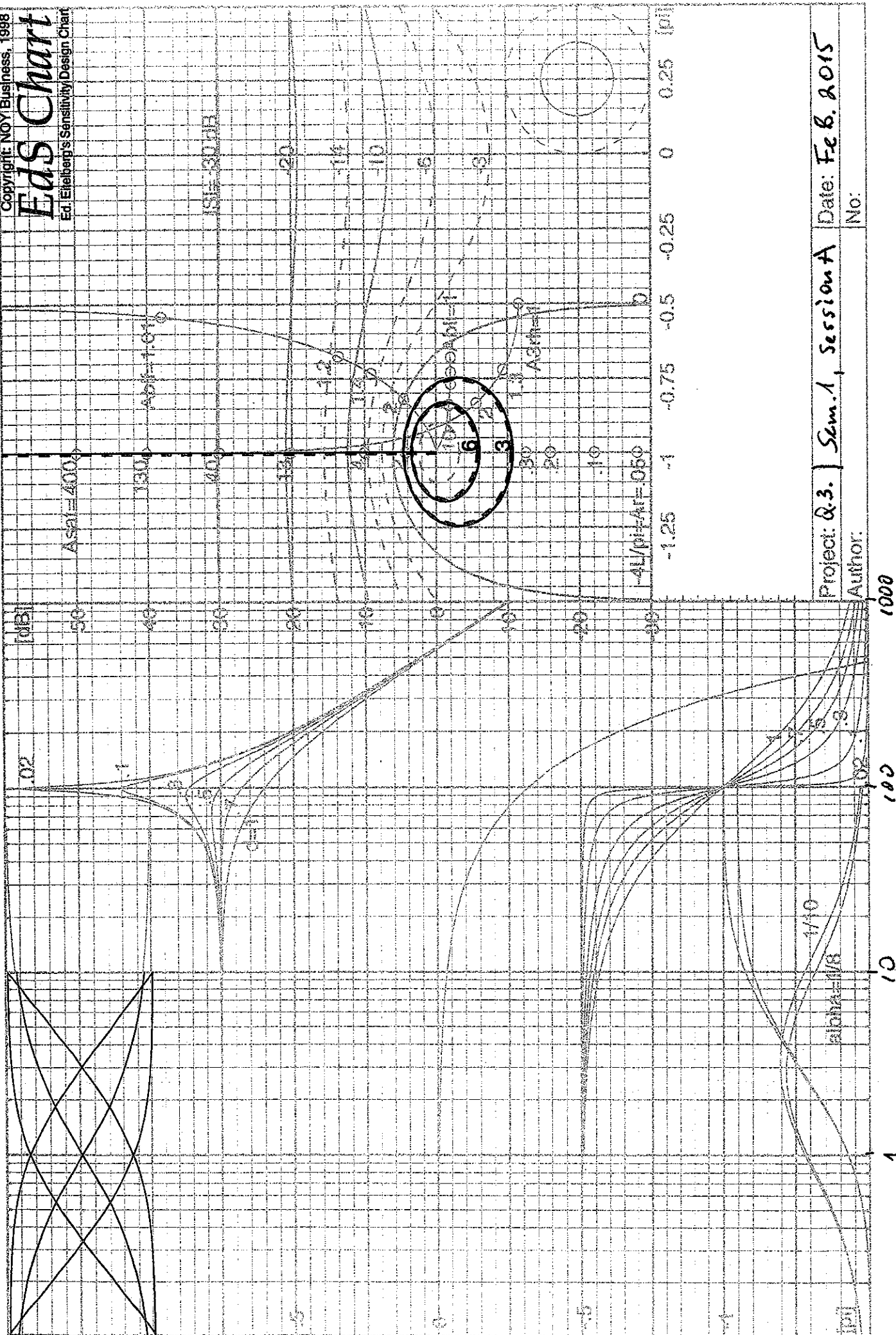






# EdS Chart

Ed. Eitelberg's Sensitivity Design Chart



Project: Q.3. | Sem. 1, Session A | Date: Fe 8. 2015

Author:

No:





Control exam 2014/5, ex. 1 session A  
8. February 2015.

①

$$\begin{aligned} 1. (a) \quad Y &= P[D + G(R - FY)] = \\ &= PD + PGR - \underbrace{PGFY}_L \\ (1+L)Y &= PD + PGR \end{aligned}$$

$$Y = \frac{PG}{1+L} R + \frac{P}{1+L} D$$

$$(b) \quad Y - R = \left( \frac{PG}{1+L} - 1 \right) R + \frac{P}{1+L} D$$

$$\frac{PG}{1+L} - 1 = 0 \rightarrow \frac{L}{1+L} \frac{1}{F} = 1$$

$$F = \frac{L}{1+L}$$

2. See Ed's Chart.

3. (a)  $\{L\} = G P \{H\}$ . H-uncertainty is only in  $(a-s) \rightarrow (a-j\omega)$ .

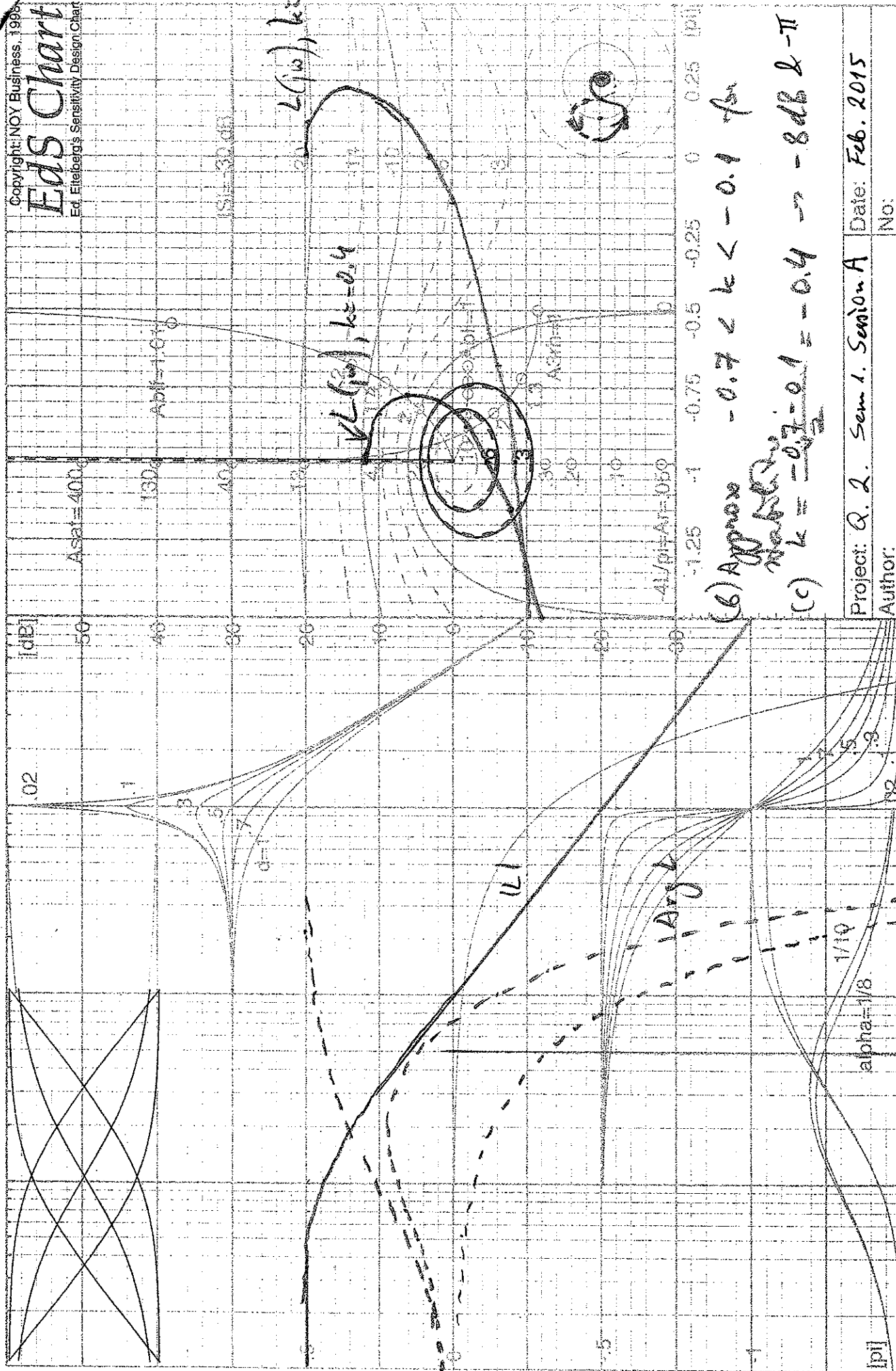
Template calculation:  $|a^2 + \omega^2|$  and

		$[-a \tan \frac{\omega}{a}] / \pi$			
		30	50	70	100
$\omega=10$	dB	30	34	37	40
	$\pi$	-0.102	-0.063	-0.045	-0.032
$\omega=30$	dB	33	35	38	40
	$\pi$	-0.25	-0.172	-0.129	-0.093
$\omega=100$	dB	40	41	42	43
	$\pi$	-0.407	-0.352	-0.306	-0.250

$$L_0 = 100 \frac{1 - 5/100}{(1+s)(1+s/10)}$$

For the rest, see Ed's Chart.





(b) Approx  $-0.7 < k < -0.1$  for  
 stable  
 (c)  $k = -0.7 - 0.1 = -0.4 \rightarrow -8dB & -\pi$

Project: Q. 2. Sem 1. Session A Date: Feb. 2015  
 Author: No:





