

**Esami di stato per l'abilitazione alla professione
di Ingegnere - I sessione 1996
Ingegneria Informatica**

TEMA 2

CONTROLLO DI POSIZIONE DI UN BRACCIO MECCANICO

Si consideri lo schema di Figura 1, che descrive un braccio meccanico di inerzia J_2 e posizione angolare θ , mosso da un motore elettrico a corrente continua tramite un riduttore ad ingranaggi di rapporto τ , la cui rigidità torsionale è indicata con K_r . I coefficienti di attrito viscoso sono indicati con β_j , $j=1,2$. Il motore sia alimentato da un alimentatore in grado di fornire al motore una corrente $I(t)$ proporzionale alla tensione di comando $V(t)$. Sul braccio agisca una coppia resistente C_2 e sull'albero motore agisca una coppia di attrito radente A_1 .

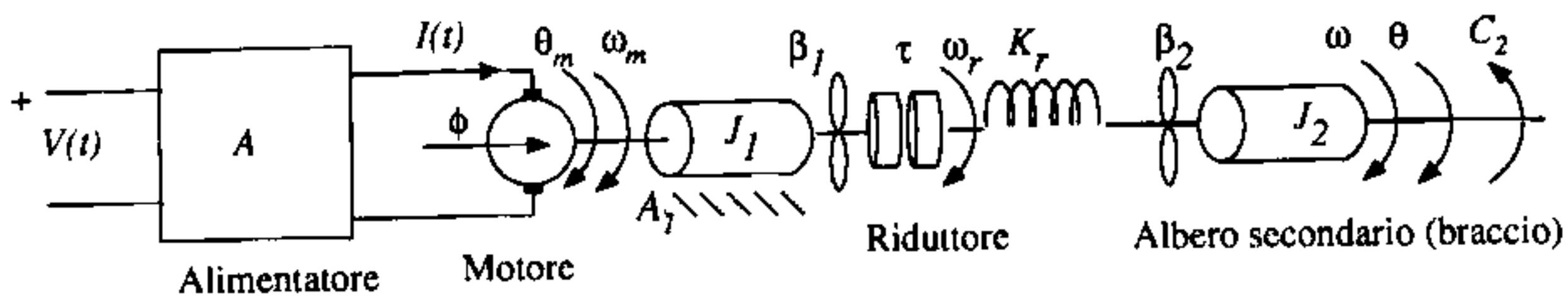


Figura 1 - Schema elettromeccanico

Il rapporto di riduzione τ è definito come $\tau = \omega_m / \omega_r$, Φ indica il flusso motore o costante di coppia del motore a corrente continua e θ_m indica la posizione angolare dell'albero motore.

TEMI DA SVOLGERE

ANALISI DINAMICA NEL TEMPO (tema comune)

1. Si scrivano, a partire dallo schema di Figura 1, le equazioni di stato a tempo continuo in forma letterale e numerica, scegliendo con cura ingressi (comando e disturbi) e variabili di stato.
2. Si calcolino, trascurando l'attrito radente, gli autovalori dell'equazione di stato in forma approssimata, assumendo che gli autovalori siano separabili in due autovalori di bassa frequenza e in due autovalori di alta frequenza. Ad esempio, per calcolare gli autovalori di alta frequenza, si approssimi l'equazione degli autovalori nell'ipotesi che due radici siano di modulo elevato (lontane dall'origine). Si riporti per ciascun autovalore la formula approssimata e il valore numerico.

Dati numerici: $J_1 = 10 \text{ kgm}^2$, $J_2 = 0,0002 \text{ kgm}^2$, $\tau = 200$, $K_r = 100000 \text{ Nm}$, $\phi = 0,1 \text{ Vs}$, $\beta_1 = 0,0005 \text{ Nms}$, $\beta_2 = 0$, $A = 1 \text{ A/V}$.

PROGETTO DI MASSIMA DEL CONTROLLO
Tema 2 - CONTROLLO ANALOGICO

Analisi dinamica in frequenza.

- Utilizzando gli autovalori approssimati, ottenuti in sede di analisi dinamica, si calcolino le FdT (Funzioni di Trasferimento) $P_1(s) = \theta(s)/V(s)$, $P_2(s) = \theta_m(s)/V(s)$ e se ne traccino i diagrammi di Bode in modulo, sia in forma asintotica sia in forma reale (quest'ultima in modo qualitativo, ma indicando i valori degli eventuali picchi di risonanza e antirisonanza).
- Le FdT dell'impianto da controllare sono illustrate in Figura 3. I dati sono i seguenti: $\tau = 200$, $J_{eq} = 18 \text{ Kgm}^2$, $\beta_{eq} = 20 \text{ Nms}$, $A = 1 \text{ A/V}$, $\Phi = 0,1 \text{ Vs}$, $p_a = 500 \text{ rad/s}$ (banda passante dell'alimentatore), $K_r = 3 \text{ V/rad}$ (costante del trasduttore di posizione angolare), $|C_r| \leq 20 \text{ Nm}$ (disturbo costante). Si assuma $p_a \rightarrow \infty$ e si dimostri che la FdT $\theta(s)/V(s)$ in Figura 3 si ottiene dalla FdT $P_1(s)$ calcolata al punto precedente, nell'ipotesi in cui il riduttore sia perfettamente rigido ($K_r \rightarrow \infty$). Qual è il fattore della FdT $P_1(s)$ che si viene così a trascurare? Si determini nell'ipotesi di riduttore perfettamente rigido, la relazione tra C_r e le coppie A , Φ e C_2 riportate nello schema di Figura 1.

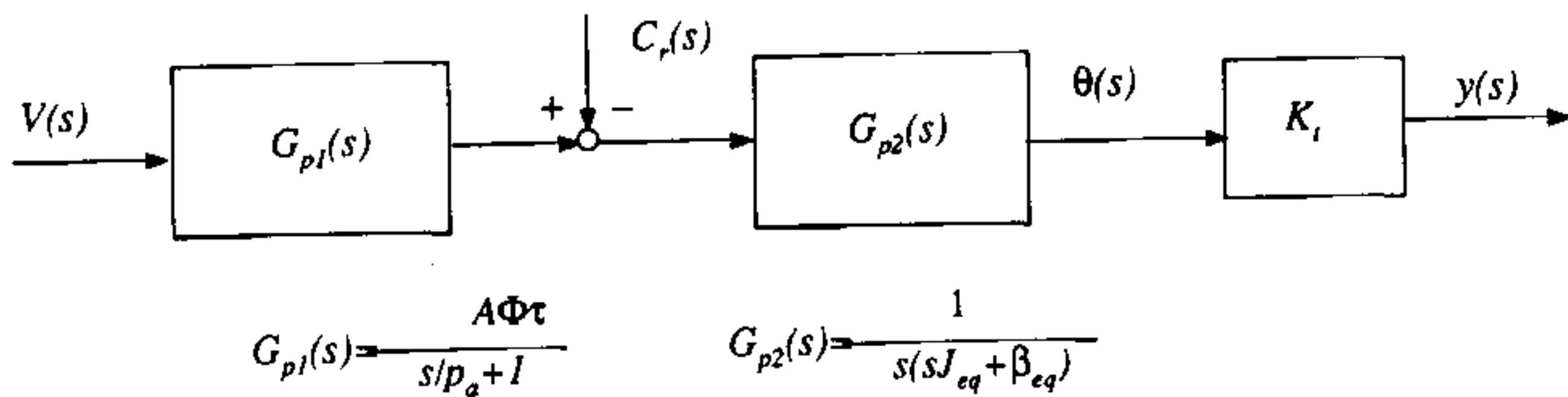


Figura 3 - FdT dell'impianto da controllare

Specifiche del controllo.

Si progetti una FdT compensatrice per l'impianto schematizzato nella Figura 3 che soddisfi le seguenti specifiche:

- Errore a regime sull'uscita θ a causa del disturbo additivo costante C_r , $|e_d|_\infty \leq 1 \text{ mrad}$
- Errore a regime di inseguimento alla rampa unitaria, $|e_r|_\infty \leq 15 \text{ mV}$
- Tempo di salita nella risposta ad un gradino unitario, $t_s \leq 0,3 \text{ s}$
- Sovraelongazione massima nella risposta ad un gradino unitario, $\delta \leq 15\%$

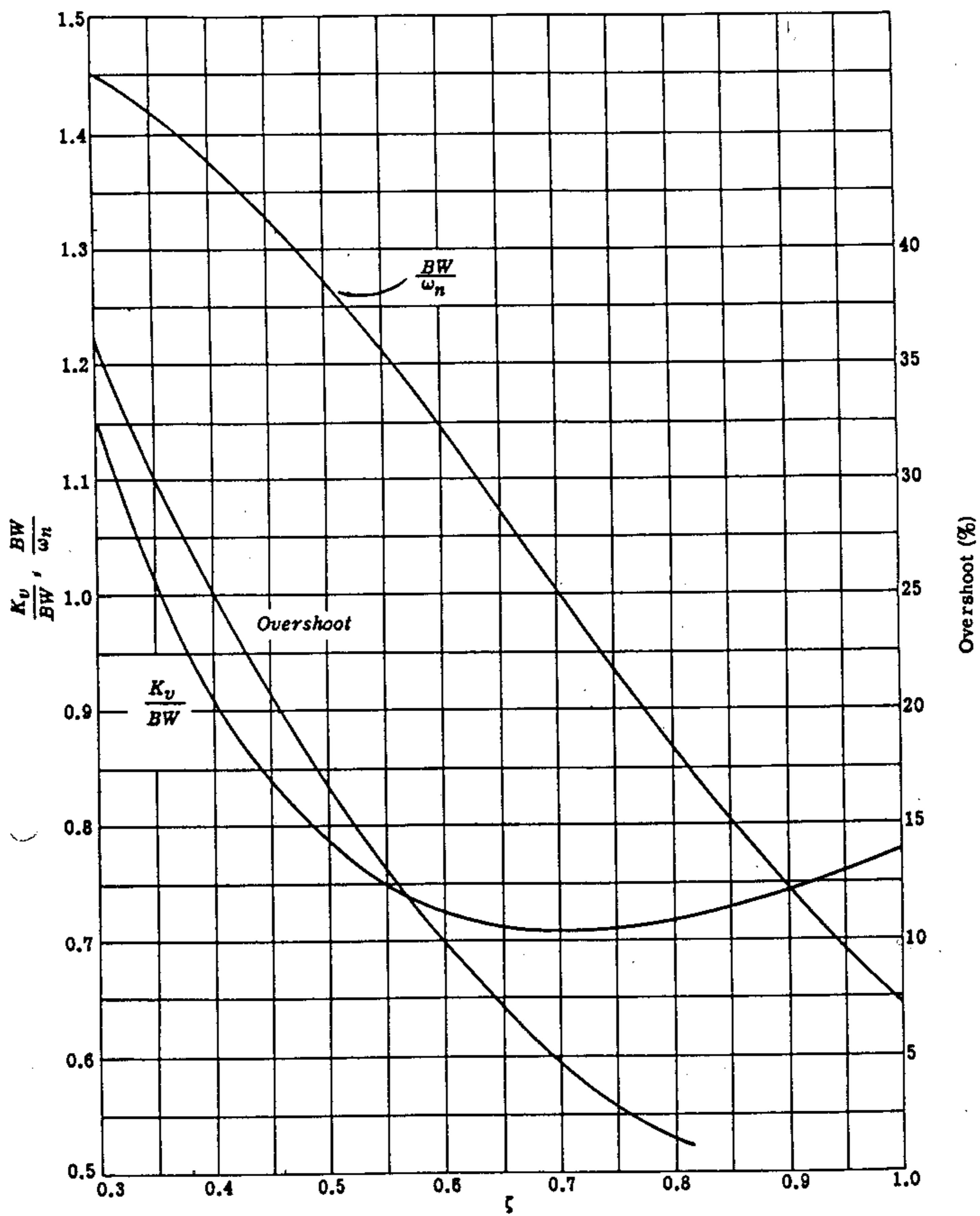
Passi del progetto.

- Si seguano i seguenti passi principali:
 - Analisi delle specifiche
 - Progetto della FdT compensatrice

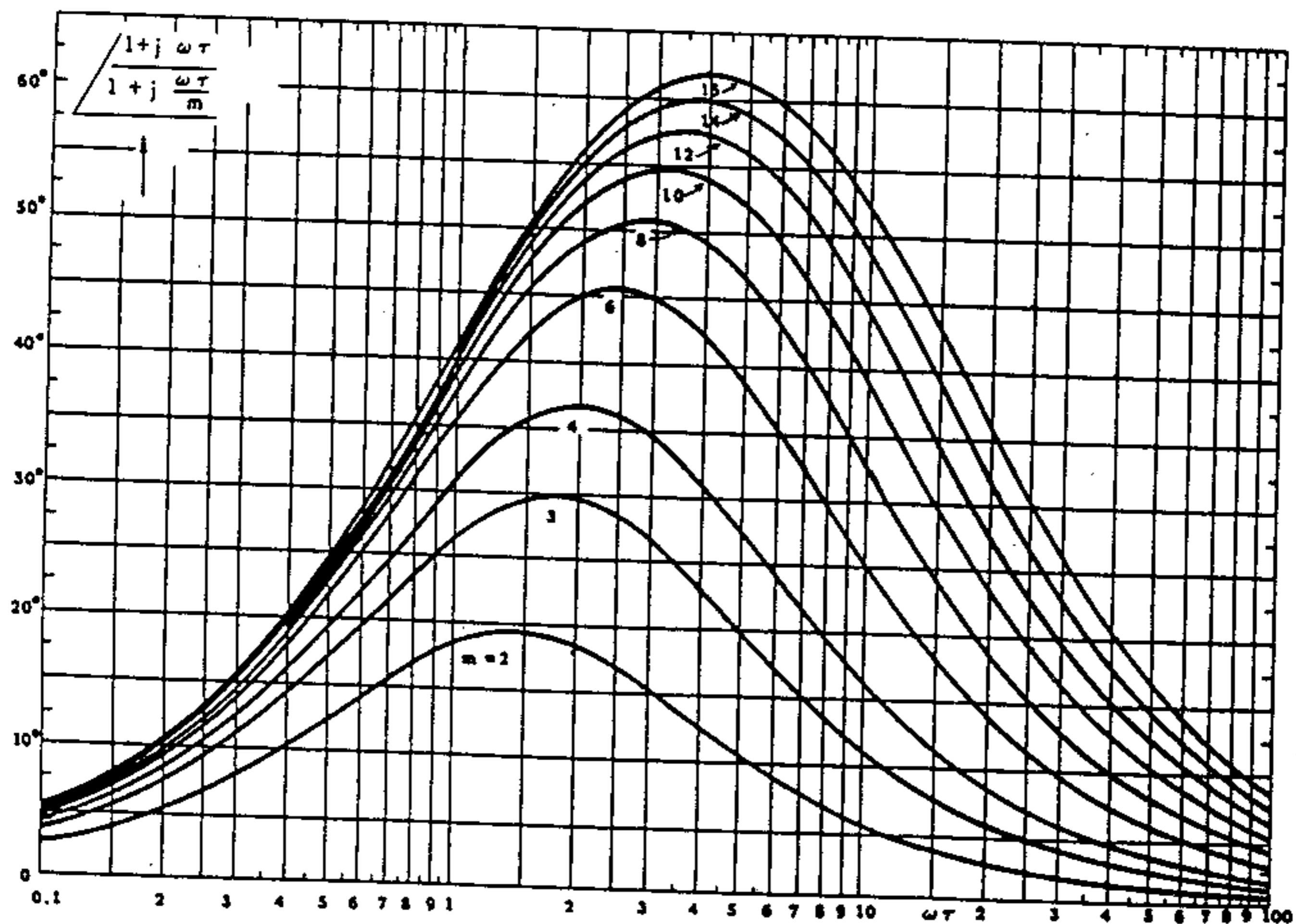
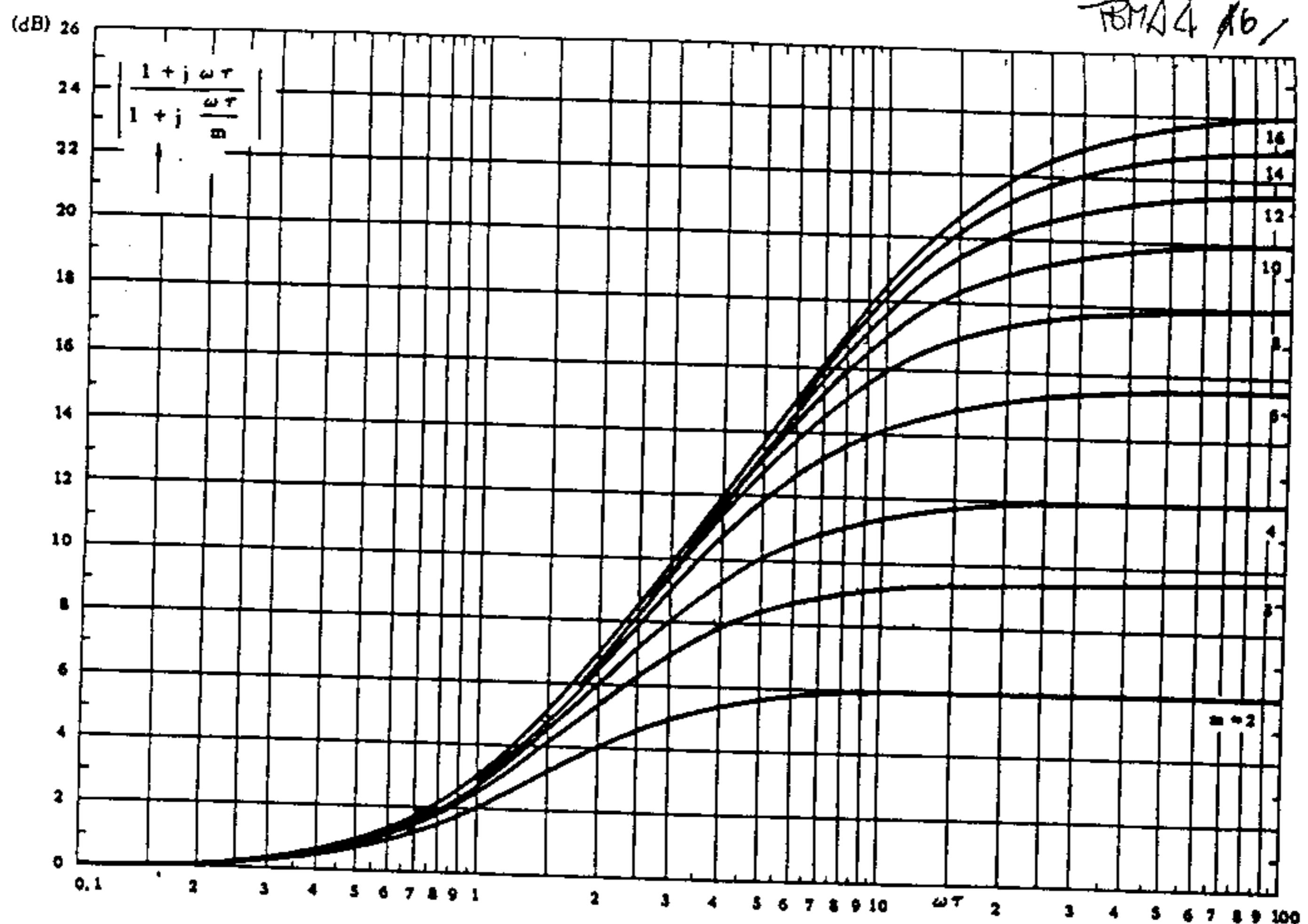
- c. Verifica della FdT compensatrice mediante la carta di Nichols e il luogo delle radici
2. Si verifichi con la carta di Nichols la bontà del progetto precedente, sostituendo a $G_{p2}(s)$ la FdT corrispondente ottenuta da $P_1(s)$. In altre parole, si faccia l'ipotesi che il riduttore non sia perfettamente rigido. I criteri di verifica e i rimedi relativi siano stabiliti e giustificati dal candidato.

Allegati

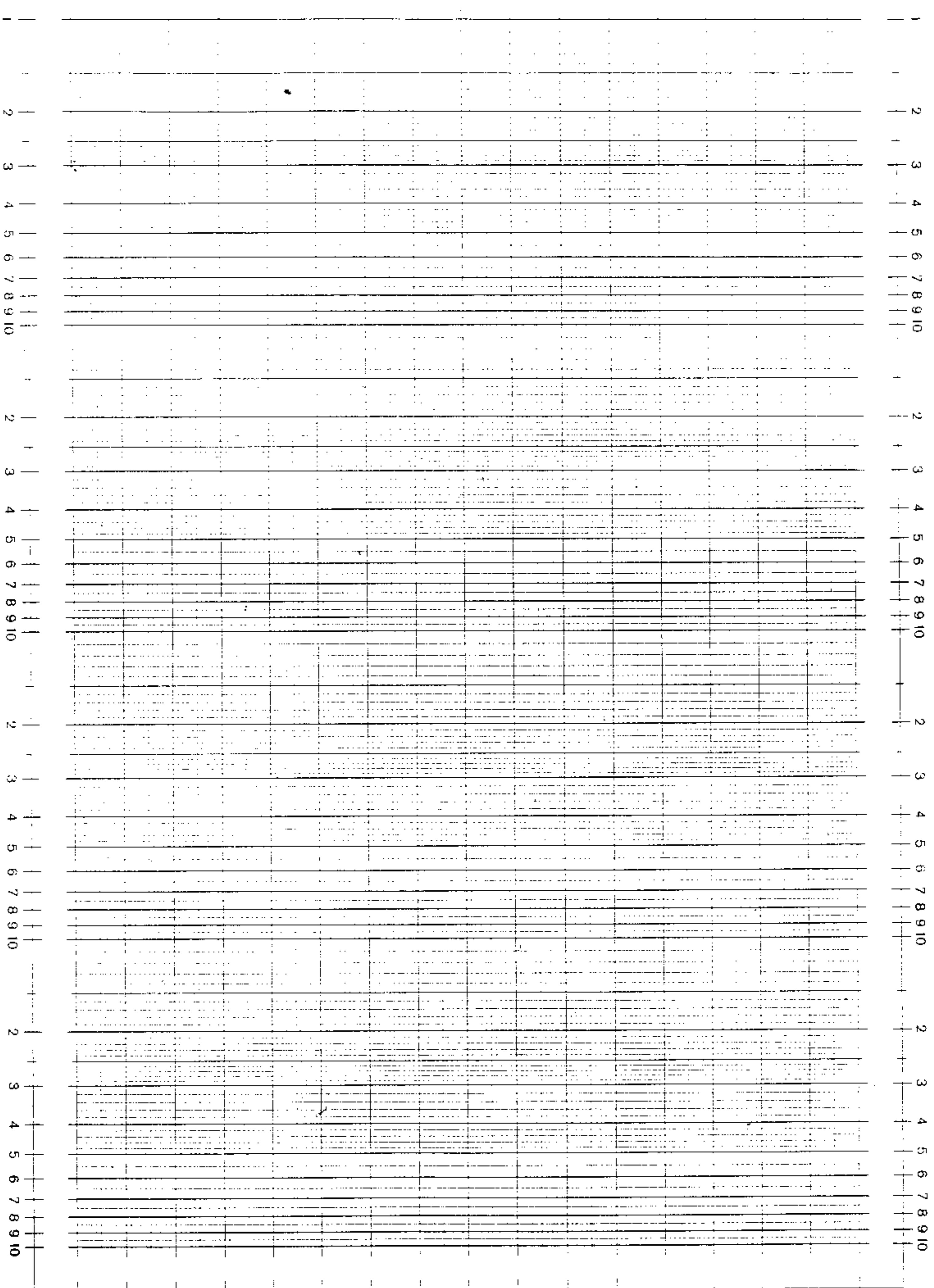
1. n. 2 fogli di carta millimetrata
2. n. 3 fogli di carta semilogaritmica
3. n. 2 carte di Nichols
4. n. 2 diagrammi per il progetto

FIG. 5.12-2. Relations between bandwidth, K_v , and overshoot:

$$T(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}.$$

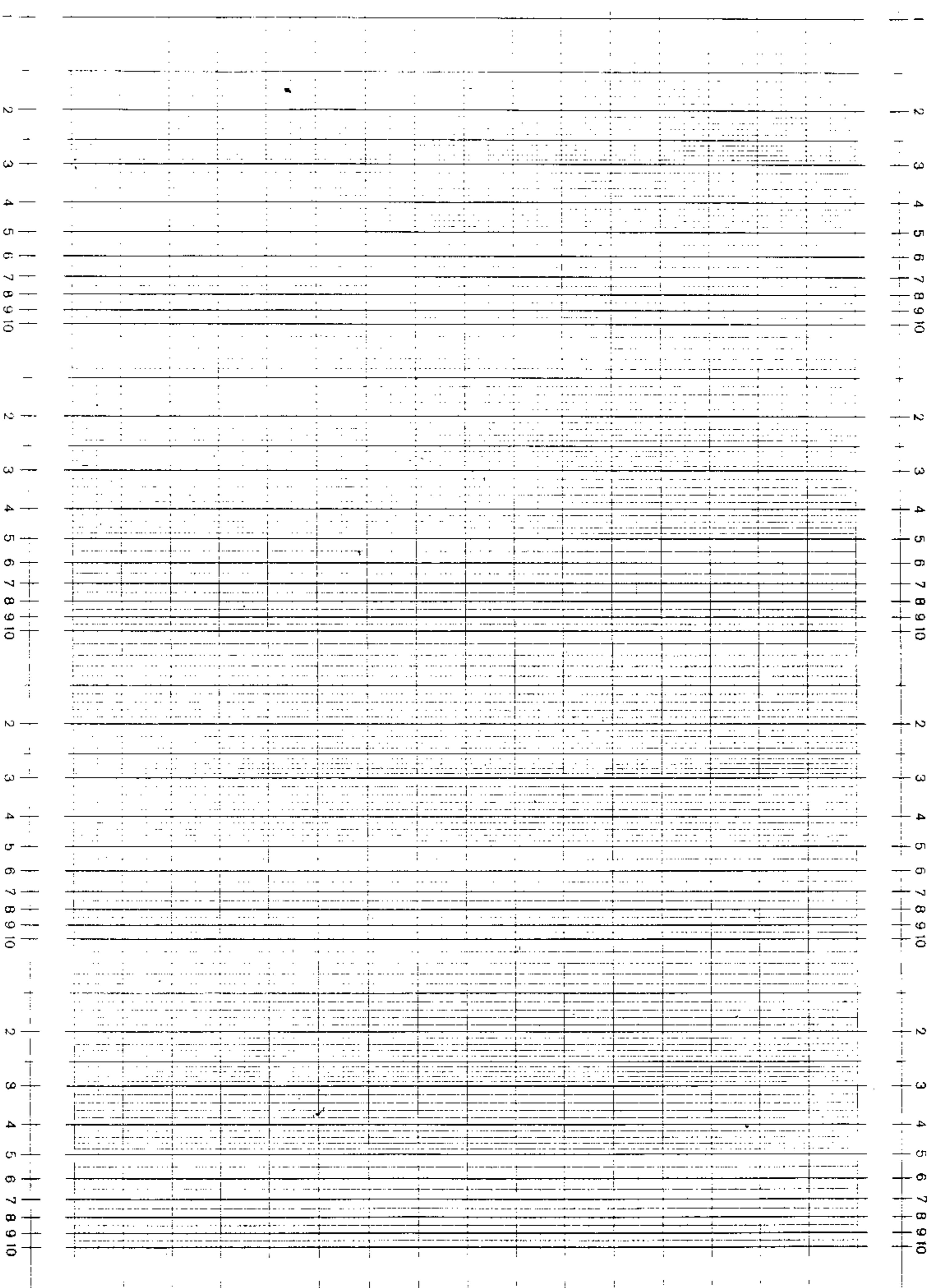


TBMA4 67



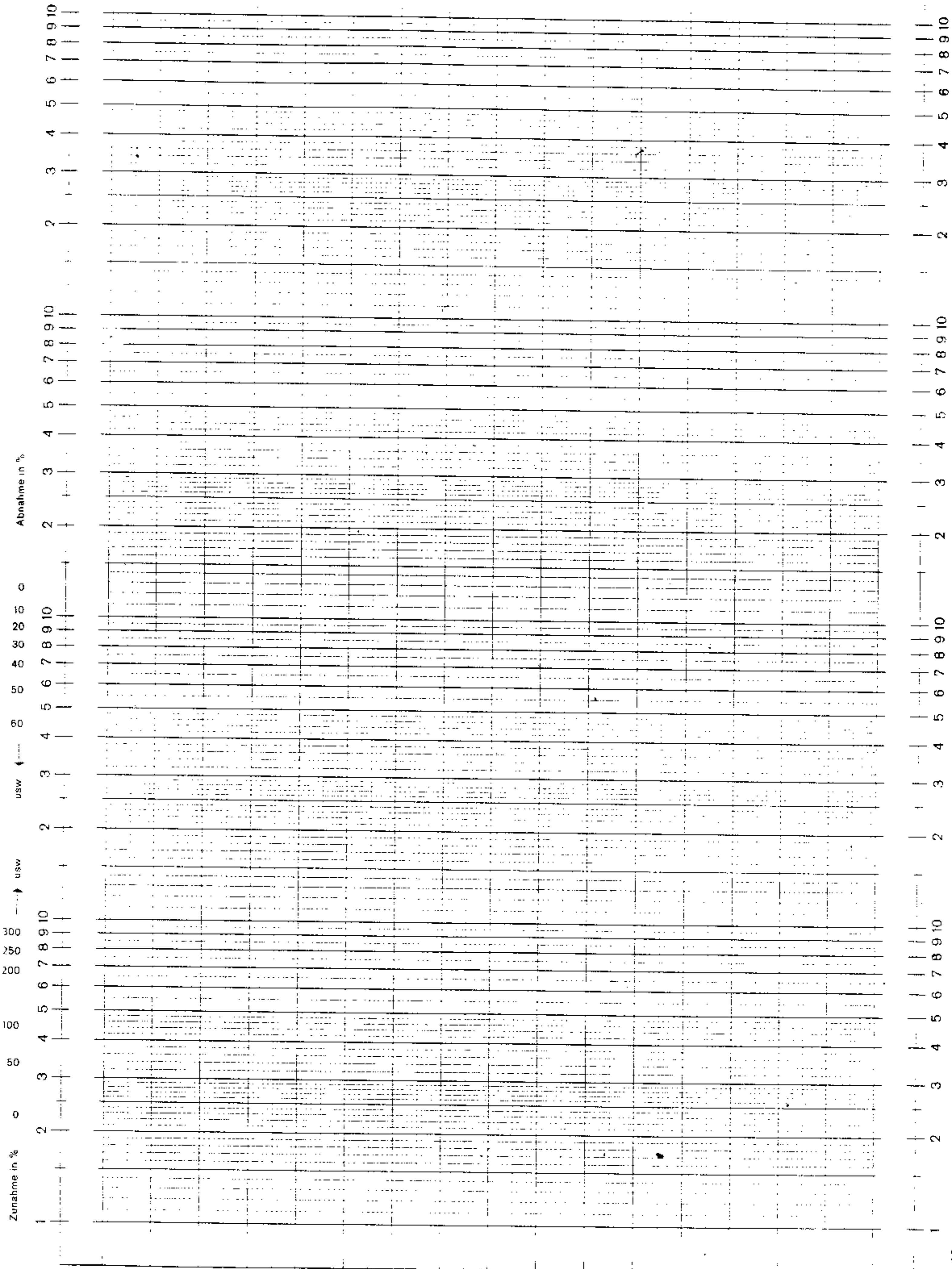
TEMA 4

48



TEMA 4

#9



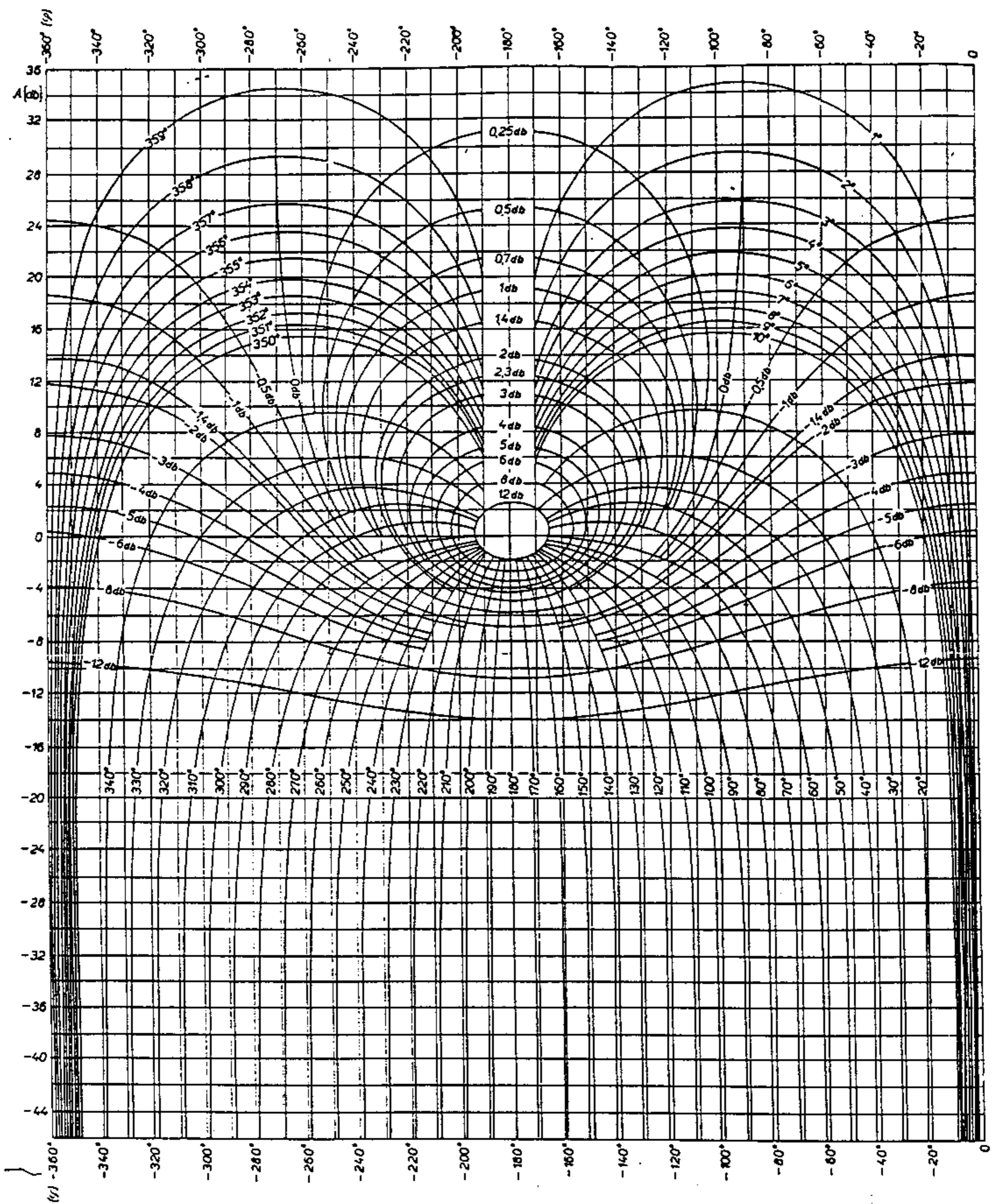
Eine Achse logar. geteilt von 1 bis 10000. Einheit 62,5 mm, die andere in mm mit Prozentmaßstab

G.WYRAGH SCHILLER & SÜHRING GMBH 3352 LINBECK

SS

Brosch. Nr. 667 054, Nr. 369 1/6 ausm. m. Zeiger

SECTIA



Carta di Nichols (par. 6.4).