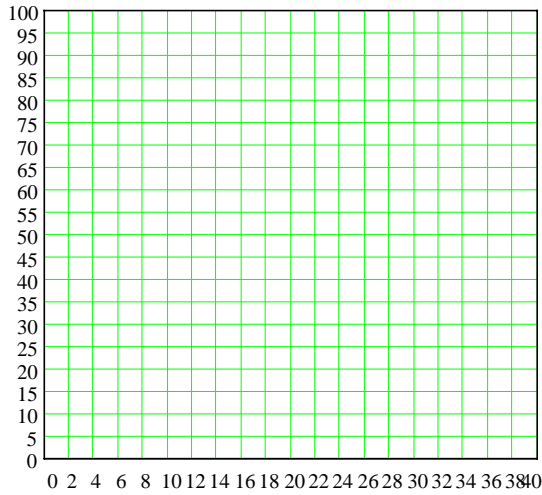


Laborübung Regelungstechnik 3

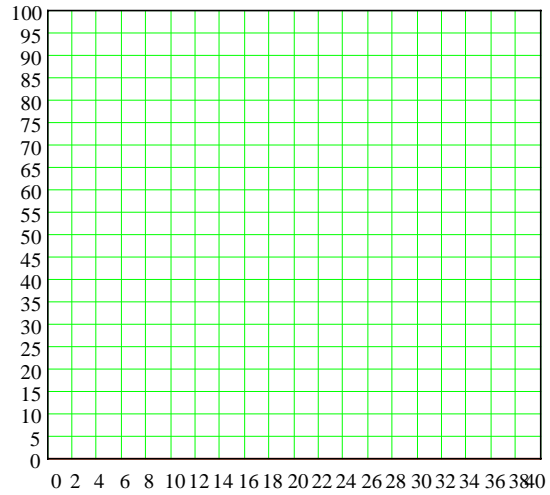
Mit dem Regelungstechnik-Koffer von Landis & Gyr sollen unterschiedliche Messungen gemacht werden.

1. Sprungantworten der verschiedenen stetigen Regler aufnehmen

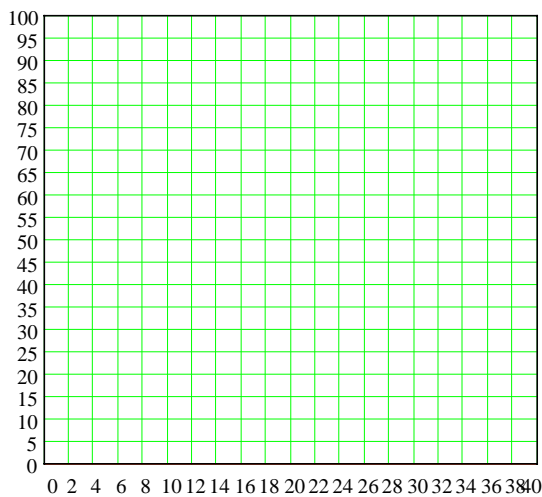
P-Regler, $W=30\%$, $X_p=100\%$



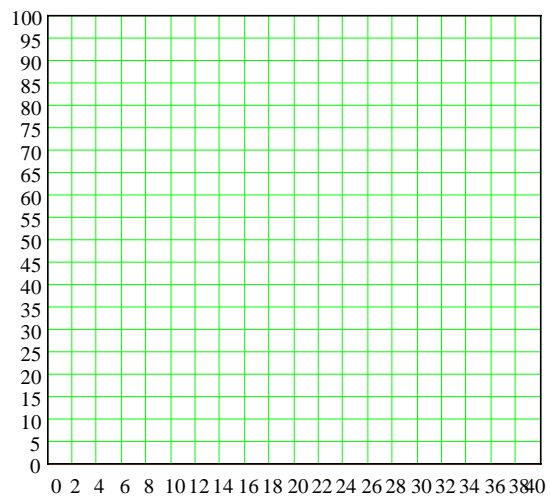
P-Regler, $W=30\%$, $X_p=50\%$



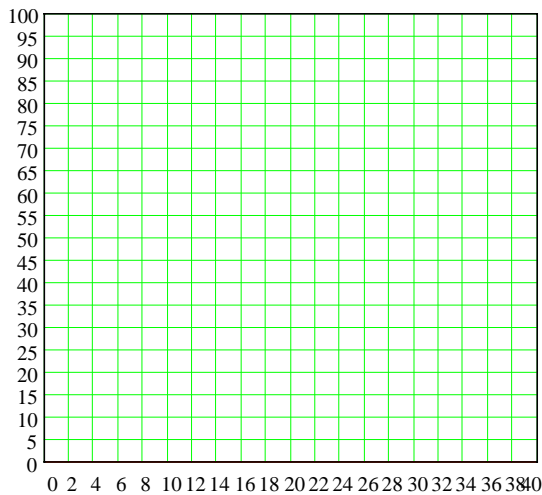
P-Regler, $W=60\%$, $X_p=100\%$



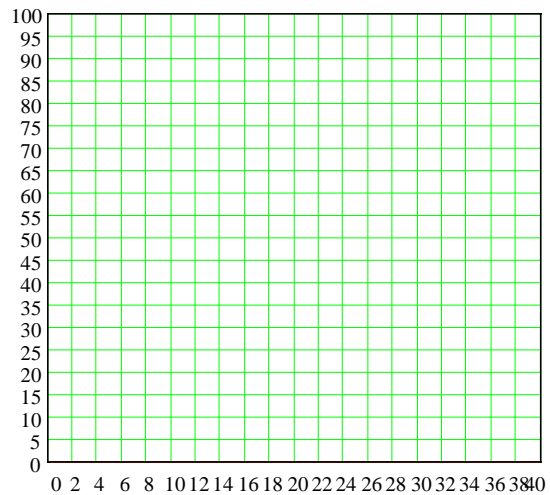
PI-Regler, $W=20\%$, $X_p=100\%$, $T_n=5s$



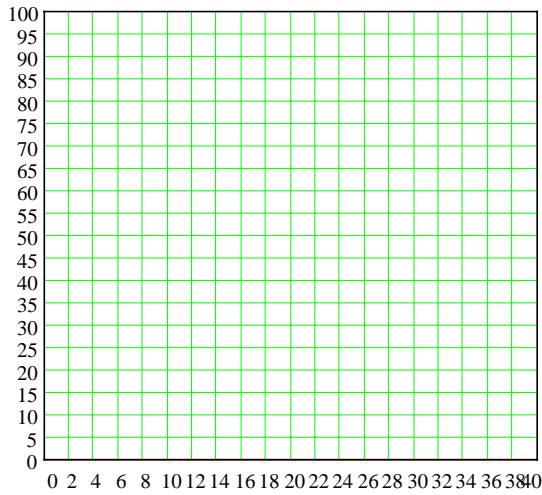
PI-Regler, $W=20\%$, $X_p=100\%$, $T_n=15s$



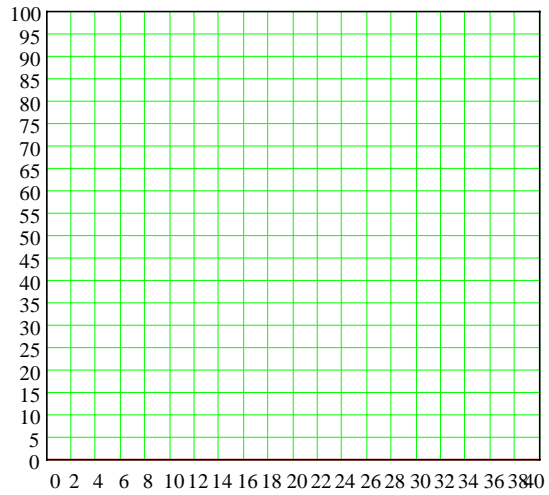
PI-Regler, $W=20\%$, $X_p=50\%$, $T_n=15s$



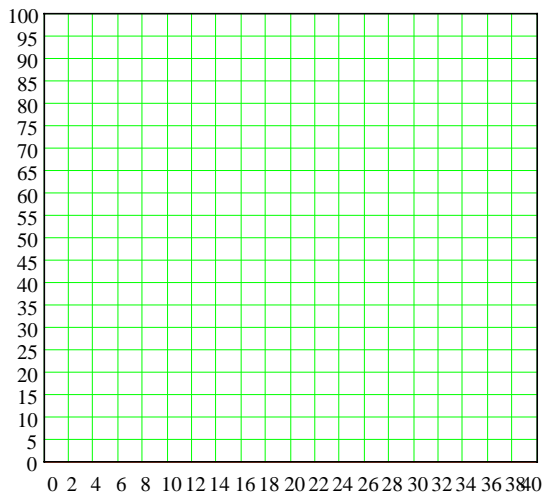
PID-Regler, $W=20\%$, $X_p=100\%$, $T_n=15s$, $T_d=1s$, $H_v=1$



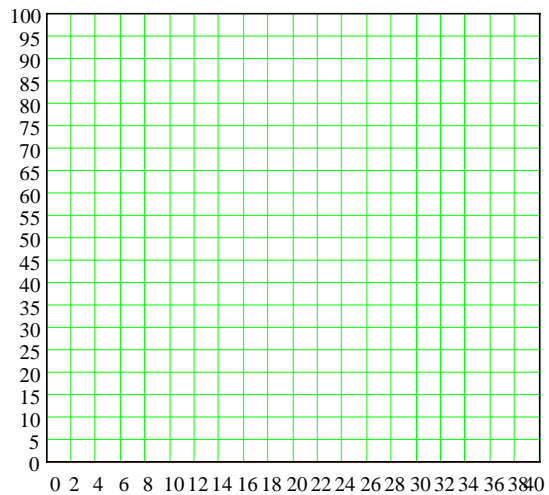
PID-Regler, $W=20\%$, $X_p=100\%$, $T_n=15s$, $T_d=5s$, $H_v=1$



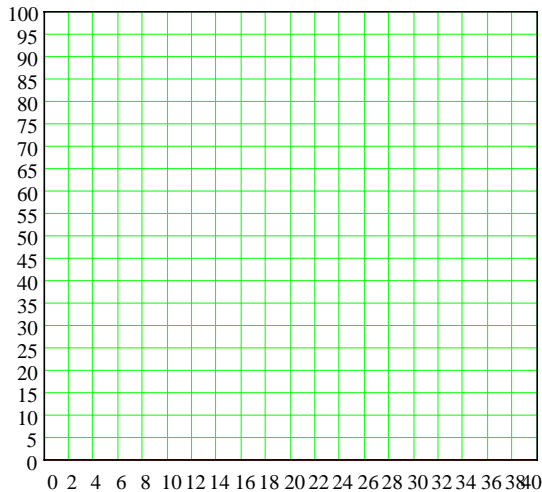
PID-Regler, $W=20\%$, $X_p=100\%$, $T_n=15s$, $T_d=5s$, $H_v=2$



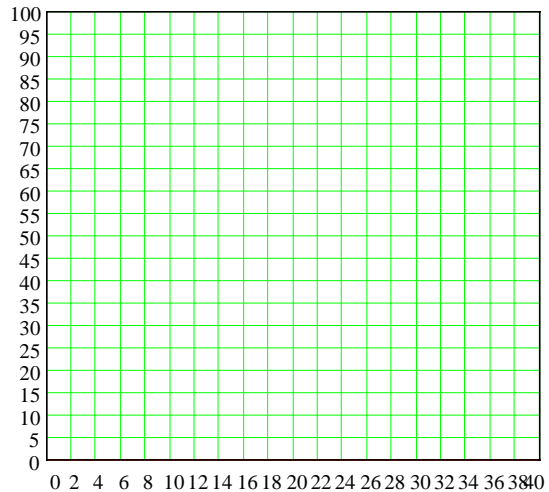
PD-Regler, $W=20\%$, $X_p=100\%$, $T_d=1s$, $H_v=1$



PD-Regler, $W=20\%$, $X_p=100\%$, $T_d=5s$, $H_v=1$



PD-Regler, $W=20\%$, $X_p=100\%$, $T_d=5s$, $H_v=2$



Erklären Sie den Zusammenhang der Größen!

2. Zweipunktregler

Messen Sie jeweils Periodendauer T , Minimal- und Maximalwerte der Regelgröße x

Zweipunktregler ohne Rückführung:
 $K_r=0, W=50\%, Z=0, V_s=1, (T_r=2s \text{ ohne Belang})$

Zweipunktregler mit Rückführung:
 $K_r=25\%, W=50\%, Z=0, V_s=1, T_r=2s$

λ	T_s	SD	T	x_{\min}	x_{\max}	λ	T_s	SD	T	x_{\min}	x_{\max}
0.1	10	10%				0.1	10	10%			
0.3	10	10%				0.3	10	10%			
0.6	10	10%				0.6	10	10%			
0.1	10	20%				0.1	10	20%			
0.3	10	20%				0.3	10	20%			
0.6	10	20%				0.6	10	20%			

Zweipunktregler mit Rückführung:
 $K_r=50\%, W=50\%, Z=0, V_s=1, T_r=2s$

Zweipunktregler mit Rückführung:
 $K_r=50\%, W=50\%, Z=0, V_s=1, T_r=1s$

λ	T_s	SD	T	x_{\min}	x_{\max}	λ	T_s	SD	T	x_{\min}	x_{\max}
0.1	10	10%				0.1	10	10%			
0.3	10	10%				0.3	10	10%			
0.6	10	10%				0.6	10	10%			
0.1	10	20%				0.1	10	20%			
0.3	10	20%				0.3	10	20%			
0.6	10	20%				0.6	10	20%			

Vergleichen Sie beim Zweipunktregler ohne Rückführung die gemessene Periodendauer mit der erwarteten nach der Formel:

$$T = 4T_s \frac{\Delta x_{ges}}{x_g} = 4T_s \frac{\frac{T_t}{T_s} x_g + SD x_g}{x_g} = 4T_s (\lambda + SD)$$

Wie hängt beim Zweipunktregler mit Rückführung die Periodendauer T mit der Zeitkonstante der Rückführung T_r und der Verstärkung der Rückführung K_r zusammen. Geben Sie die Proportionalität an!

Wie ändert sich die Schwankungsbreite mit der Rückführung?

Was können Sie über eine Regelabweichung aussagen?

3. Führungs- und Störungsverhalten von Regelkreisen untersuchen

Ausgangszustand:

Schalter W auf aus, Schalter Z auf 0, sonst ist Regelkreis geschlossen. Regelgröße x zeigt im Ausgangszustand 0. Eingestellte Regelstrecke vom Typ II, d.h. Totzeit $T_t=3s$ und Streckenzeitkonstante $T_S=10s \Rightarrow \lambda = T_t / T_S = 0.3$ und Streckenverstärkung $K_S = V_S = 1$.

Führungsgröße $W=30\%$ und Störgröße auf $Z=20\%$ einstellen (aber Schalter W auf aus und Schalter Z auf 0!).

Geforderte Reglergrößen mit **Einstellregeln** bestimmen:

Fall 1: Einstellregeln auf Koffer verwenden

Fall 2: Einstellregeln nach Chien, Hrones, Reswick, 20% Überschwingen, optimales Führungsverhalten (w)

Fall 3: Einstellregeln nach Chien, Hrones, Reswick, aperiodischer Verlauf, optimales Führungsverhalten (w)

Einstellregeln nach Chien, Hrones, Reswick

Regler	Parameter	Aperiodischer Verlauf		20% Überschwingen	
		z	w	z	w
P	$K_P=1/X_P$	$0.3T_S/(T_tK_S)$	$0.3 T_S/(T_tK_S)$	$0.7T_S/(T_tK_S)$	$0.7T_S/(T_tK_S)$
PI	$K_P=1/X_P$	$0.6T_S/(T_tK_S)$	$0.35T_S/(T_tK_S)$	$0.7T_S/(T_tK_S)$	$0.6T_S/(T_tK_S)$
	T_n	$4.0T_t$	$1.2T_S$	$2.3T_t$	$1.0T_S$
PID	$K_P=1/X_P$	$0.95T_S/(T_tK_S)$	$0.6T_S/(T_tK_S)$	$1.2T_S/(T_tK_S)$	$0.95T_S/(T_tK_S)$
	T_n	$2.4T_t$	$1.0T_S$	$2.0T_t$	$1.35T_S$
	T_v	$0.42T_t$	$0.50T_t$	$0.42T_t$	$0.47T_t$

Führungsverhalten:

Schalter W einschalten, maximale Stellgröße y_{max} direkt nach dem Einschalten aufnehmen. Werte der Maxima und Minima der Regelgröße x messen und in Zeitdiagramm eintragen. Bei P-Regler Regelabweichung bestimmen und mit dem theoretisch erwarteten Ergebnis nach der Formel

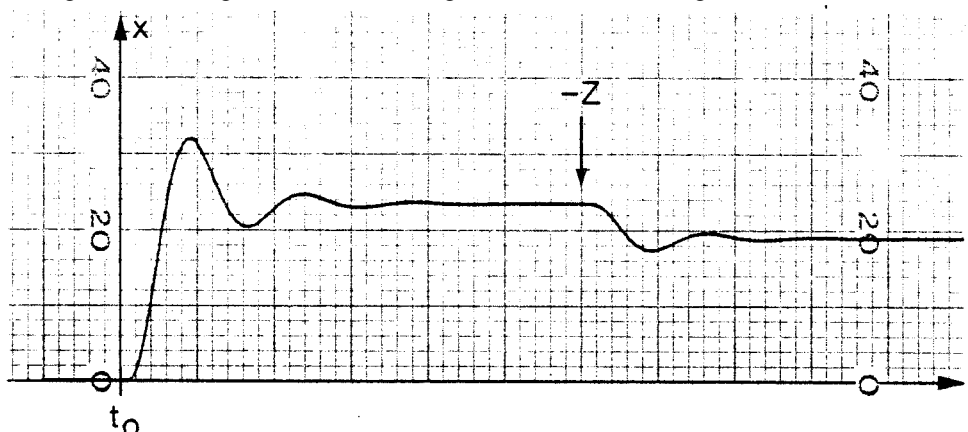
$$\frac{\Delta x(t \rightarrow \infty)}{w} = 1 - \frac{K_P K_S}{1 + K_P K_S} = \frac{X_P}{1 + X_P} \text{ da } K_S = V_S = 1 \text{ und } K_P = \frac{1}{X_P}$$

vergleichen.

Störungsverhalten:

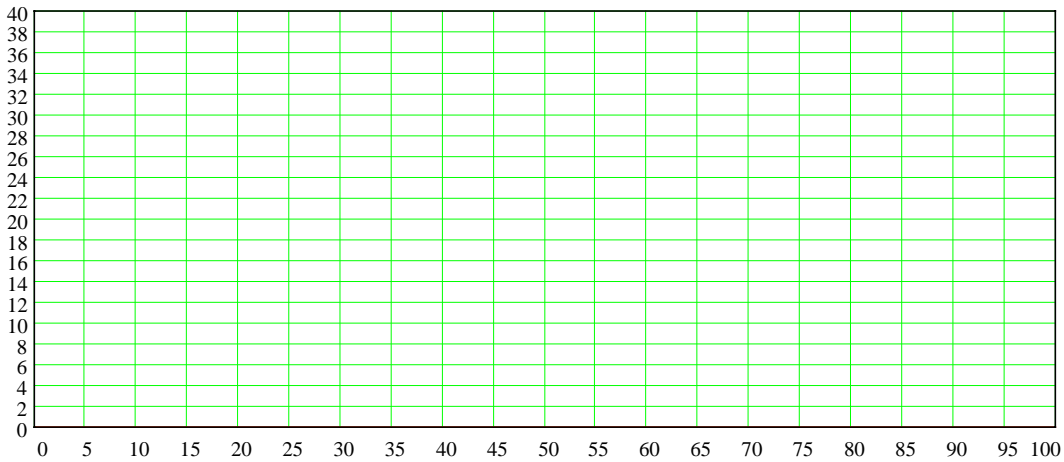
Nachdem das Führungsverhalten abgeschlossen wurde (Regelgröße x hat stabilen Endwert erreicht), wird der Schalter für die Störgröße am Eingang der Regelstrecke auf $-z$ umgelegt. Dadurch weicht die Regelgröße nach unten aus. Ebenfalls Minima und Maxima aufnehmen und neuen Endzustand.

Das Führungs- und Störungsverhalten des P-Reglers könnte in etwa folgendermaßen aussehen:



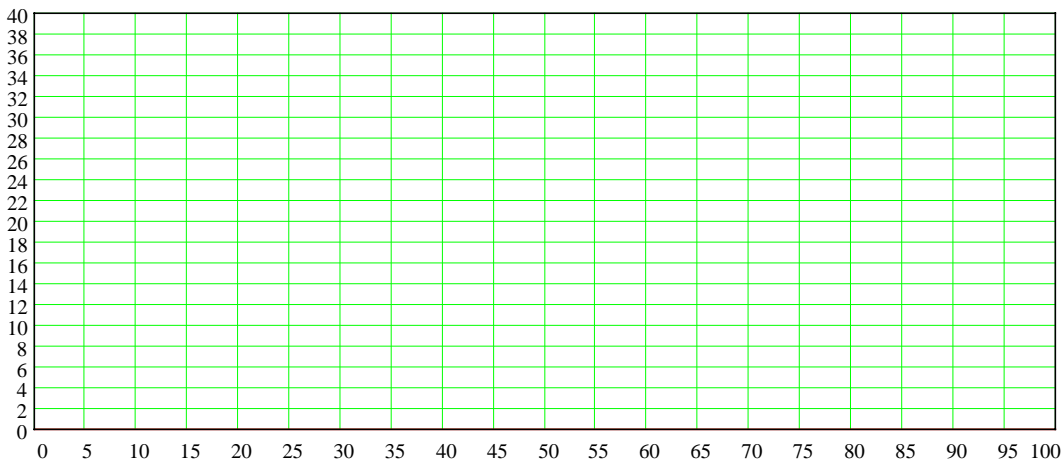
P-Regler, Fall 1: $X_p = \underline{\hspace{2cm}}$, Endwert bei FV = $\underline{\hspace{2cm}}$, Abweichung bei FV $\Delta x(t \rightarrow \infty) = \underline{\hspace{2cm}}$

$y_{\max} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\frac{\Delta x(t \rightarrow \infty)}{w} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\frac{X_p}{1 + X_p} = \underline{\hspace{2cm}}$, Abweichung bei SV $\Delta x(t \rightarrow \infty) = \underline{\hspace{2cm}}$



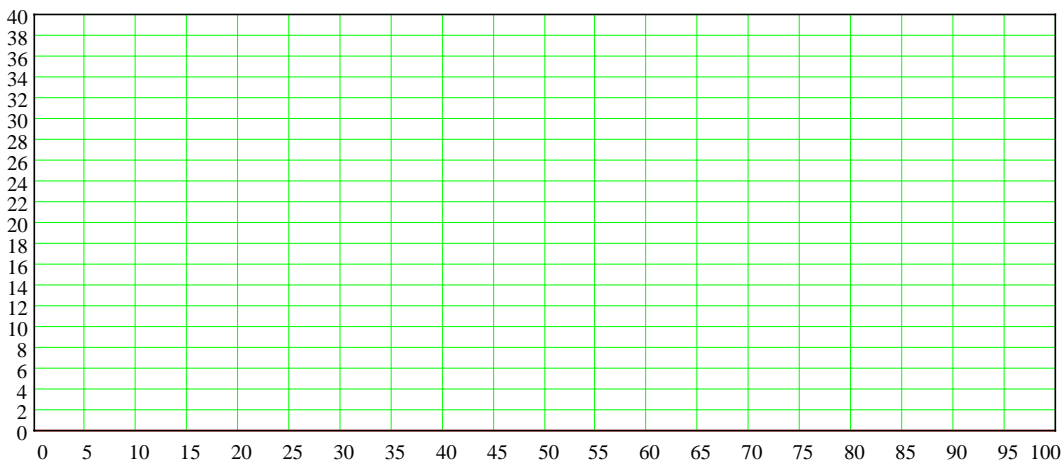
P-Regler, Fall 2: $X_p = \underline{\hspace{2cm}}$, Endwert bei FV = $\underline{\hspace{2cm}}$, Abweichung bei FV $\Delta x(t \rightarrow \infty) = \underline{\hspace{2cm}}$

$y_{\max} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\frac{\Delta x(t \rightarrow \infty)}{w} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\frac{X_p}{1 + X_p} = \underline{\hspace{2cm}}$, Abweichung bei SV $\Delta x(t \rightarrow \infty) = \underline{\hspace{2cm}}$

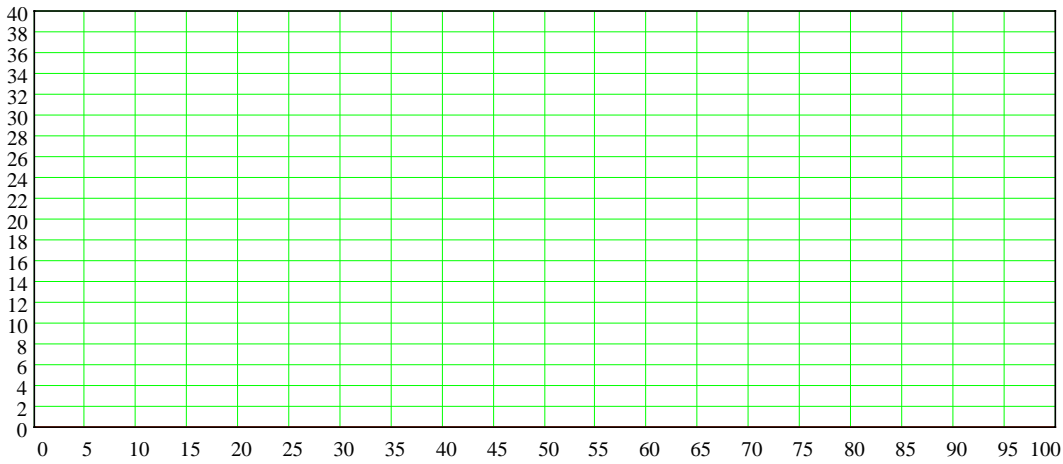


P-Regler, Fall 3: $X_p = \underline{\hspace{2cm}}$, Endwert bei FV = $\underline{\hspace{2cm}}$, Abweichung bei FV $\Delta x(t \rightarrow \infty) = \underline{\hspace{2cm}}$

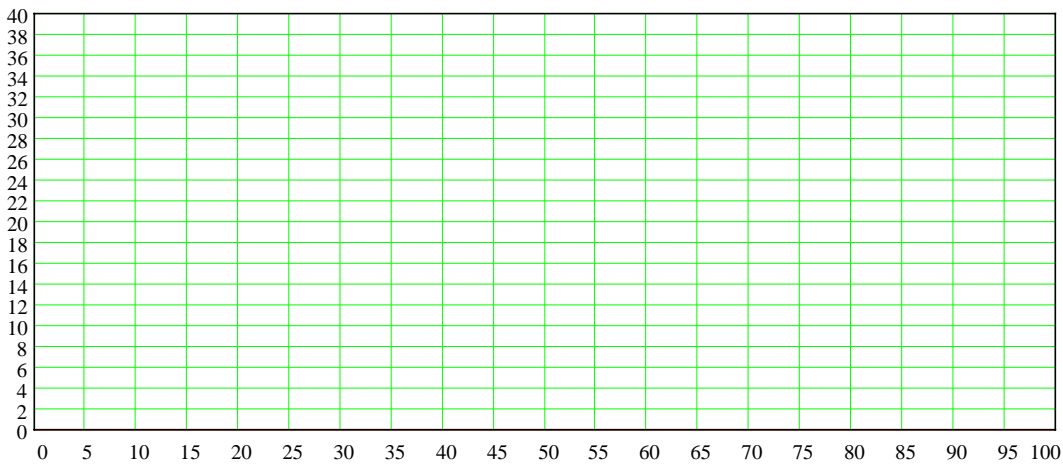
$y_{\max} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\frac{\Delta x(t \rightarrow \infty)}{w} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\frac{X_p}{1 + X_p} = \underline{\hspace{2cm}}$, Abweichung bei SV $\Delta x(t \rightarrow \infty) = \underline{\hspace{2cm}}$



PI-Regler, Fall 1: $X_p = \underline{\hspace{2cm}}$, $T_n = \underline{\hspace{2cm}}$, 1. Maximum bei FV = $\underline{\hspace{2cm}}$, Endwert bei FV = $\underline{\hspace{2cm}}$,
 $y_{\max} = \underline{\hspace{2cm}}$, Überschwingweite $\ddot{u} = \underline{\hspace{2cm}}$, Regelzeit = $\underline{\hspace{2cm}}$, 1. Minimum bei SV = $\underline{\hspace{2cm}}$



PI-Regler, Fall 2: $X_p = \underline{\hspace{2cm}}$, $T_n = \underline{\hspace{2cm}}$, 1. Maximum bei FV = $\underline{\hspace{2cm}}$, Endwert bei FV = $\underline{\hspace{2cm}}$,
 $y_{\max} = \underline{\hspace{2cm}}$, Überschwingweite $\ddot{u} = \underline{\hspace{2cm}}$, Regelzeit = $\underline{\hspace{2cm}}$, 1. Minimum bei SV = $\underline{\hspace{2cm}}$



PI-Regler, Fall 3: $X_p = \underline{\hspace{2cm}}$, $T_n = \underline{\hspace{2cm}}$, 1. Maximum bei FV = $\underline{\hspace{2cm}}$, Endwert bei FV = $\underline{\hspace{2cm}}$,
 $y_{\max} = \underline{\hspace{2cm}}$, Überschwingweite $\ddot{u} = \underline{\hspace{2cm}}$, Regelzeit = $\underline{\hspace{2cm}}$, 1. Minimum bei SV = $\underline{\hspace{2cm}}$

