

Tabellen der Frequenztransformation und der Banddurchlassfilter = Tables de la transformation de fréquences et des filtres passe-bande

Autor(en): **Weber, H. / Martony, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **34 (1956)**

Heft 12

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874555>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Tabellen der Frequenztransformation und der Banddurchlassfilter

Von *H. Weber* und *J. Martony*, Zürich

621.372.54

Tables de la transformation de fréquence et des filtres passe-bande

Par *H. Weber* et *J. Martony*, Zurich

Die Kurvendarstellung der kombinierten Frequenz- und Impedanztransformation ist von Torbern Laurent¹ eingehend behandelt worden und wird hier übernommen mit dem Unterschied, dass der normierte Frequenzmaßstab von 0 bis 1 linear und von 1 bis ∞ reziprok dargestellt ist (Tabelle I, Seite 501). Bei der Bezeichnung der Transformation wurde anstelle des Buchstabens *b* bei Laurent, *h* gewählt, um eine Konfusion mit der Wellenphase *b* zu vermeiden. Wenn von einem Reaktanzvierpol das Wellenübertragungsmass, also die Wellendämpfung *a* und das Phasenmass *b* in Funktion der Frequenz gegeben ist, so kann mit Hilfe der Transformation ein neuer Reaktanzvierpol gewonnen werden, wobei der Dämpfungs- und Phasen-Verlauf in einfacher Weise graphisch ermittelt werden kann. In Figur 1 ist gezeigt, wie die Konstruktion vor sich geht, um aus dem Übertragungsmass eines normierten Tiefpasses dasjenige eines Bandpasses Typ 2 zu gewinnen. Dazu ist es notwendig, das Übertragungsmass des Tiefpasses auch für imaginäre Frequenzen zu kennen. Der gewonnene Bandpass kann einer weiteren Transformation unterworfen werden, zum Beispiel der *hn*-Transformation, und man erhält den Bandpass Typ 4 mit einem Dämpfungspol im Endlichen. In dem besonderen Maßstab ist ein Strahl durch den Nullpunkt in einem Quadranten dargestellt durch zwei gerade Stücke, verbunden mit einem Hyperbelbogen.

So erscheint eine Proportionalität $\Omega = k \frac{w}{\omega_I}$ in Fig. 1/II in etwas ungewohnter Form.

Alle Bandpassglieder, die in den vier weiteren Tabellen II bis V dargestellt sind, können durch sukzessive Transformationen aus dem einfachen Tiefpass gewonnen werden. Das Übertragungsmass des all-gemeinsten Bandpasses Typ 8a und des dualen 8b lässt sich aus der Formel

$$\text{Th } \frac{g}{2} = \frac{m (\omega_p^2 - \omega^2)}{\pm \sqrt{(\omega_{+1}^2 - \omega^2) (\omega_{-1}^2 - \omega^2)}}$$

berechnen. Alle Typen mit niedrigerer Ordnungszahl ergeben sich durch spezielle Wahl der beiden Größen $m \leq 1$ und ω_p , wobei $\omega_{-1} \leq \omega_p \leq \omega_{+1}$ variieren darf. Die speziellen Werte sind für jeden Typ in der zweitletzten Kolonne angegeben.

Wesentlich für den Aufbau eines Filters ist die Möglichkeit, verschiedene Typen ohne Stoßstellen in Kette schalten zu können. Dazu ist meist die Bildung von ganzen T- oder II-Gliedern unerlässlich. Man kann die T-Klemmen aller Typen a und 5 ohne Reflexion aneinanderfügen, desgleichen die II-Klem-

La représentation graphique de la transformation combinée fréquence-impédance a été traitée d'une manière approfondie par Torbern Laurent¹; nous la reprenons ici avec cette différence que l'échelle des fréquences relatives linéaire est représentée en idé-elle de 0 à 1 et réciproque de 1 à ∞ (tableau I, page 501). En outre, la transformation, désignée par *b* chez Laurent, a été désignée ici par *h* pour éviter toute confusion avec le déphasage caractéristique *b*. Etant donné l'exposant de transfert, soit l'exposant d'affaiblissement *a* et le déphasage caractéristique *b* d'un quadripôle réactif en fonction de la fréquence, il est possible de former au moyen de cette transformation un nouveau quadripôle réactif pour lequel la variation de l'atténuation et la variation de la phase peuvent être déterminées par une méthode graphique simple. La figure 1 montre la façon de faire la construction qui permet de passer de l'exposant de transfert d'un filtre passe-bas normalisé à celui d'un filtre passe-bande du type 2. Pour cela, il faut toutefois connaître l'exposant de transfert également pour les fréquences imaginaires. Le filtre passe-bande ainsi obtenu peut être soumis à une nouvelle transformation, par exemple la transformation *hn*, et l'on obtient le filtre passe-bande du type 4 avec un pôle d'affaiblissement à une fréquence finie. Dans ce système spécial de coordonnées, un rayon compris dans un quadrant et passant par le centre des coordonnées est représenté par deux éléments de droites reliés par un arc d'hyperbole. C'est ainsi que la relation de proportionnalité $\Omega = k \frac{w}{\omega_I}$ apparaît dans la fig. 1/II sous une forme quelque peu inhabituelle.

Toutes les cellules de passe-bande qui sont représentées dans les quatre tableaux suivants (II à V) peuvent être obtenues par transformations successives à partir du passe-bas élémentaire. L'exposant de transfert du passe-bande le plus général, type 8a ainsi que du passe-bande réciproque, type 8b, peut être calculé par la formule:

$$\text{Th } \frac{g}{2} = \frac{m (\omega_p^2 - \omega^2)}{\pm \sqrt{(\omega_{+1}^2 - \omega^2) (\omega_{-1}^2 - \omega^2)}}$$

Tous les types d'un numéro inférieur sont obtenus par un choix particulier des deux grandeurs $m \leq 1$ et ω_p , avec des valeurs de $\omega_{-1} \leq \omega_p \leq \omega_{+1}$ pouvant être variées. Ces valeurs particulières sont données, pour chaque type, dans l'avant-dernière colonne.

Ce qui est essentiel dans la construction d'un filtre, c'est la possibilité de connecter différents types, en série, sans faute d'adaptation. Pour cela, il est le plus souvent inévitable de former des cellules T ou des cellules II entières. On peut connecter

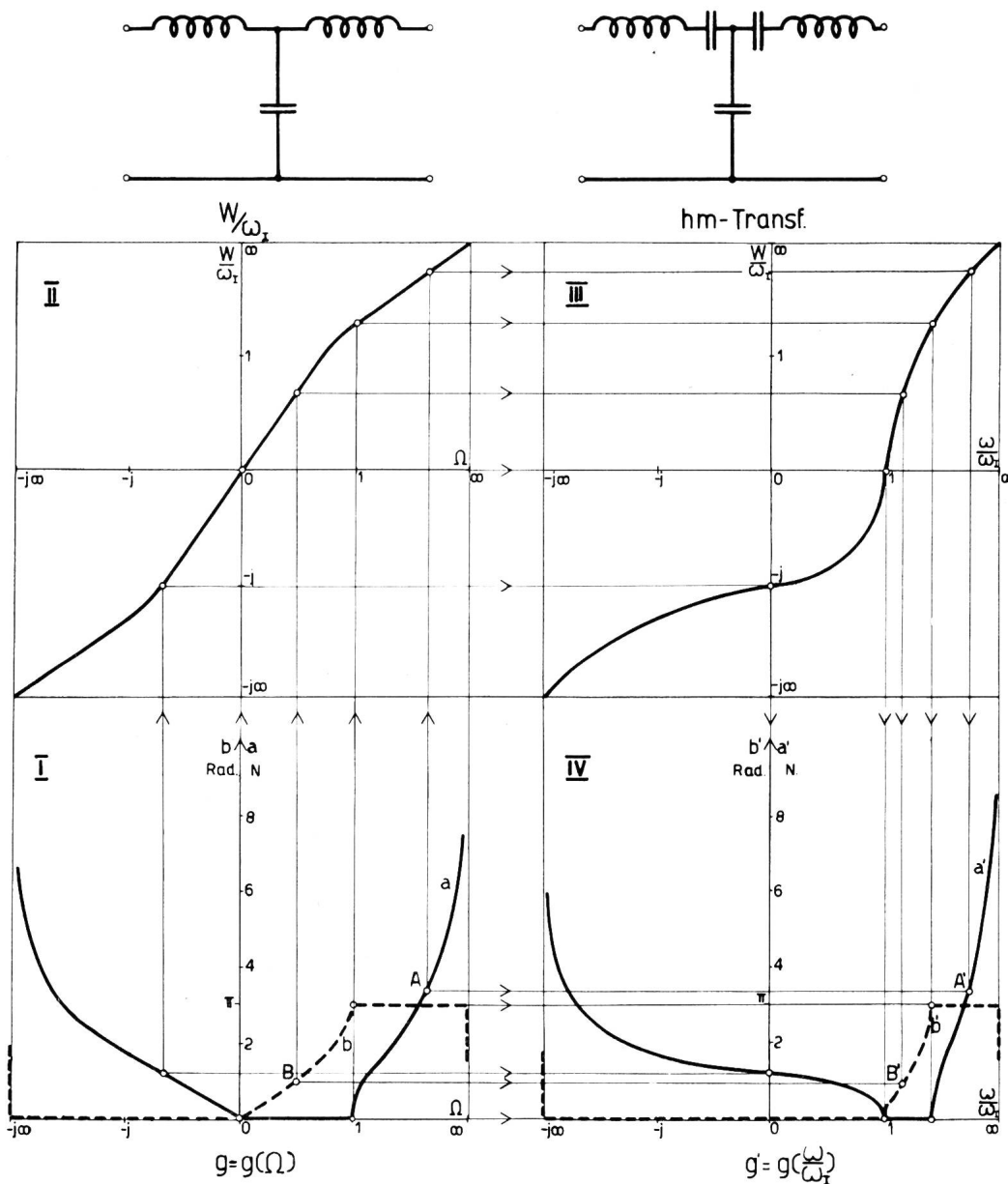


Fig. 1. Graphische Transformation des Übertragungsmasses eines Tiefpasses in dasjenige eines Bandpasses.

I Verlauf des Dämpfungs- und Phasenmasses für den normierten Tiefpass.

$$\text{Th } g = \frac{j\Omega}{\sqrt{1-\Omega^2}}$$

II Lineare Transformation des Frequenzmaßstabes

$$\frac{w}{\omega} = \frac{\Omega}{k}; \quad k \text{ Konstante}$$

III Frequenztransformation $\frac{w}{\omega_I} = \sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_I}\right)^2 - 1}$

IV Verlauf des Dämpfungs- und Phasenmasses des gewonnenen Bandpasses

$$\text{Th } g' = \sqrt{\frac{\omega^2 - \omega_{-1}^2}{\omega^2 - \omega_{+1}^2}}$$

wobei $\omega_{-1} = \omega_I$ und $\frac{1}{k} = \sqrt{\left(\frac{\omega_{+1}}{\omega_{-1}}\right)^2 - 1}$

Fig. 1. Transformation graphique de l'exposant de transfert d'un filtre passe-bas en celui d'un filtre passe-bande.

I Exposant d'affaiblissement et du déphasage caractéristique d'un passe-bas normalisé en fonction de la fréquence relative.

$$\text{Th } g = \frac{j\Omega}{\sqrt{1-\Omega^2}}$$

II Transformation linéaire de l'échelle des fréquences

$$\frac{w}{\omega} = \frac{\Omega}{k}; \quad k = \text{constante}$$

III Transformation de fréquence $\frac{w}{\omega_I} = \sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_I}\right)^2 - 1}$

IV Exposant d'affaiblissement et du déphasage caractéristique du passe-bande obtenu en fonction de la fréquence.

$$\text{Th } g' = \sqrt{\frac{\omega^2 - \omega_{-1}^2}{\omega^2 - \omega_{+1}^2}}$$

avec $\omega_{-1} = \omega_I$ et $\frac{1}{k} = \sqrt{\left(\frac{\omega_{+1}}{\omega_{-1}}\right)^2 - 1}$

Bandpass Halbglieder Demi-cellules passe-bande

	Halbglied Demi-cellule	Z_T $Z_{\overline{T}}$	Z/K	$Z_{\overline{T}}/K$	$\text{th } g/2, \text{ a, b.}$	m ω_p	Werte der Elemente Valeur des éléments
1a		$Z_T = K \frac{\sqrt{(\omega_+^2 - \omega^2)(\omega - \omega_-^2)}}{(\omega_+ - \omega_-)\omega}$ $Z_{\overline{T}} = K \omega \frac{\omega_+ + \omega_-}{\omega_+^2 - \omega_-^2} \sqrt{\frac{\omega_+^2 - \omega^2}{\omega^2 - \omega_-^2}}$			$\text{th } g/2 = \pm \frac{\omega_+ \sqrt{\omega_+^2 - \omega^2}}{\omega_- \sqrt{\omega^2 - \omega_-^2}}$ a 	$m = \frac{\omega_+ - \omega_-}{\omega_+ \omega_-}$ $\omega_p = \omega_+ \omega_-$	$L_1 = \frac{2K\omega_+}{\omega_+ (\omega_+ - \omega_-)}$ $C_1 = \frac{\omega_+ - \omega_-}{2K\omega_+ \omega_-}$ $L_2 = K \frac{\omega_+ + \omega_-}{2\omega_+ \omega_-}$
1b		$Z_T = K \frac{\omega_+^2}{\omega(\omega_+ + \omega_-)} \sqrt{\frac{\omega_+^2 - \omega^2}{\omega_+^2 - \omega_-^2}}$ $Z_{\overline{T}} = K \frac{\omega(\omega_+ - \omega_-)}{\sqrt{(\omega_+^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_-^2)}}$			b 		$C_1 = \frac{\omega_+ + \omega_-}{2K\omega_+ \omega_-}$ $L_1 = K \frac{\omega_+ - \omega_-}{2\omega_+ \omega_-}$ $C_2 = \frac{2\omega_+}{K\omega_+ (\omega_+ + \omega_-)}$
2a		$Z_T = K \frac{\sqrt{(\omega_+^2 - \omega^2)(\omega - \omega_-^2)}}{(\omega_+ - \omega_-)\omega}$ $Z_{\overline{T}} = K \frac{\omega_+ + \omega_-}{\omega} \sqrt{\frac{\omega_+^2 - \omega^2}{\omega_+^2 - \omega_-^2}}$			$\text{th } g/2 = \pm \frac{\omega_+ \sqrt{\omega_+^2 - \omega^2}}{\omega_- \sqrt{\omega^2 - \omega_-^2}}$ a 	$m = 1$ $\omega_p = \omega_+ \omega_-$	$L_1 = \frac{2K}{\omega_+ - \omega_-}$ $C_1 = \frac{\omega_+ - \omega_-}{2K\omega_+^2}$ $C_2 = \frac{2}{K(\omega_+ + \omega_-)}$
2b		$Z_T = K \frac{\omega}{\omega_+ \omega_-} \sqrt{\frac{\omega_+^2 - \omega^2}{\omega_+^2 - \omega_-^2}}$ $Z_{\overline{T}} = K \frac{\omega(\omega_+ - \omega_-)}{\sqrt{(\omega_+^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_-^2)}}$			b 		$L_1 = \frac{2K}{\omega_+ \omega_-}$ $L_2 = K \frac{\omega_+ - \omega_-}{2\omega_+^2}$ $C_1 = \frac{2}{K(\omega_+ \omega_-)}$

	Halbglied Demi-cellule	Z_T Z_{Π}	Z_T/K	Z_{Π}/K	$\text{th } \vartheta/2, a, b$	m ω_p ω_ω	Werte der Elemente Valeur des éléments
3 a		$Z_T = K \frac{\sqrt{(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_2^2)}}{\omega(\omega_1 - \omega_2)}$ $Z_{\Pi} = K \frac{\omega^2(1-m^2\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}) - \omega_1^2(1-m^2)}{\omega(\omega_1 - \omega_2)} \sqrt{\frac{\omega_1^2 - \omega^2}{\omega_2^2 - \omega_1^2}}$			$\text{th } \vartheta/2 = \pm m \frac{\omega_1 \sqrt{\omega_1^2 - \omega^2}}{\omega_2 \sqrt{\omega_2^2 - \omega^2}}$	$m = m \frac{\omega_1}{\omega_2}$ $\omega_p = \omega_1$ $\omega_\omega^2 = \omega_1^2 \frac{1-m^2}{1-m^2\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}}$ $m^2 = \frac{\omega_1^2(\omega_2^2 - \omega_1^2)}{\omega_2^2(\omega_1^2 - \omega_2^2)}$	$L_1 = \frac{2Km\omega_1}{\omega_1(\omega_1 - \omega_2)}$ $C_1 = \frac{\omega_2 - \omega_1}{2Km\omega_1\omega_2}$ $L_2 = \frac{K\omega_1}{2(\omega_1 - \omega_2)\omega_2} \left(\frac{1}{m^2} - m \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} \right)$ $C_2 = \frac{2(\omega_2 - \omega_1)m'}{K\omega_1\omega_2(1-m^2)}$
3 b		$Z_T = K \frac{(\omega_1 - \omega_2)\omega}{\omega^2(1-m^2\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}) - \omega_1^2(1-m^2)} \sqrt{\frac{\omega_1^2 - \omega^2}{\omega_2^2 - \omega_1^2}}$ $Z_{\Pi} = K \frac{\omega(\omega_1 - \omega_2)}{\sqrt{(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_2^2)}}$				$m = m$ $\omega_p = \omega_1$ $\omega_\omega^2 = \omega_1^2 \frac{1-m^2}{1-m^2\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}}$ $m^2 = \frac{\omega_1^2(\omega_2^2 - \omega_1^2)}{\omega_2^2(\omega_1^2 - \omega_2^2)}$	$L_1 = \frac{2Km(\omega_1 - \omega_2)}{\omega_1\omega_2(1-m^2)}$ $C_1 = \frac{\omega_1}{2K\omega_1(\omega_1 - \omega_2)} \left(\frac{1}{m^2} - m \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} \right)$ $L_2 = \frac{K(\omega_1 - \omega_2)}{2m'\omega_1\omega_2}$ $C_2 = \frac{2m'\omega_1}{K\omega_1(\omega_1 - \omega_2)}$
3 c		$Z_T = K \frac{\omega_1^2}{\omega(\omega_1 - \omega_2)} \sqrt{\frac{\omega_1^2 - \omega^2}{\omega_2^2 - \omega_1^2}}$ $Z_{\Pi} = K \frac{\omega_1^2(\omega_1^2(1-m^2\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}) - \omega_1^2(1-m^2))}{\omega(\omega_1 - \omega_2)(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega_2^2 - \omega_1^2)}$				$m = m$ $\omega_p = \omega_1$ $\omega_\omega^2 = \omega_1^2 \frac{1-m^2}{1-m^2\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}}$ $m^2 = \frac{\omega_1^2(\omega_2^2 - \omega_1^2)}{\omega_2^2(\omega_1^2 - \omega_2^2)}$	$C_1 = \frac{\omega_1\omega_2}{2Km\omega_1\omega_2}$ $C_2 = \frac{2m'\omega_1\omega_2}{K(1-m^2\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2})}$ $L_1 = \frac{K(\omega_1^2(1-m^2\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}) - \omega_1^2(1-m^2))}{2m(\omega_1 - \omega_2)\omega_1\omega_2}$ $C_2 = \frac{2m\omega_1(\omega_1 - \omega_2)}{K\omega_1\omega_2(1-m^2\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2})}$
4 a		$Z_T = K \frac{\sqrt{(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_2^2)}}{\omega(\omega_1 - \omega_2)}$ $Z_{\Pi} = K \frac{(\omega_1^2 - \omega^2) - m^2(\omega_2^2 - \omega^2)}{\omega(\omega_1 - \omega_2)} \sqrt{\frac{\omega_1^2 - \omega^2}{\omega_2^2 - \omega_1^2}}$			$\text{th } \vartheta/2 = \pm m \frac{\sqrt{\omega_1^2 - \omega^2}}{\omega_1 \omega_2}$	$m = m$ $\omega_p = \omega_1$ $\omega_\omega^2 = \omega_1^2 \frac{1-m^2}{1-m^2}$ $m^2 = \frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{\omega_1^2 - \omega_2^2}$	$L_1 = \frac{2Km}{\omega_1\omega_2}$ $C_1 = \frac{\omega_1 - \omega_2}{2Km\omega_1}$ $L_2 = \frac{K(1-m^2)}{2(\omega_1 - \omega_2)m}$ $C_2 = \frac{2(\omega_1 - \omega_2)m}{K(\omega_1^2 - m^2\omega_2^2)}$
4 b		$Z_T = K \frac{\omega(\omega_1 - \omega_2)}{(\omega_1^2 - \omega^2) - m^2(\omega_2^2 - \omega^2)} \sqrt{\frac{\omega_1^2 - \omega^2}{\omega_2^2 - \omega_1^2}}$ $Z_{\Pi} = K \frac{\omega(\omega_1 - \omega_2)}{\sqrt{(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_2^2)}}$				$m = m$ $\omega_p = \omega_1$ $\omega_\omega^2 = \omega_1^2 \frac{1-m^2}{1-m^2}$ $m^2 = \frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{\omega_1^2 - \omega_2^2}$	$L_1 = \frac{2Km(\omega_1 - \omega_2)}{\omega_1^2 - m^2\omega_2^2}$ $C_1 = \frac{1-m^2}{2K(\omega_1 - \omega_2)}$ $L_2 = K \frac{\omega_1 - \omega_2}{2\omega_2 m}$ $C_2 = \frac{2m}{K(\omega_1 - \omega_2)}$
4 c		$Z_T = K \frac{(\omega_1 + \omega_2) \sqrt{(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_2^2)}}{\omega \left(\omega_1^2(1-m^2\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}) - \omega_1^2(1-m^2) \right)}$ $Z_{\Pi} = K \frac{\omega_1\omega_2}{\omega} \sqrt{\frac{\omega_1^2 - \omega^2}{\omega_2^2 - \omega_1^2}}$				$m = m$ $\omega_p = \omega_1$ $\omega_\omega^2 = \omega_1^2 \frac{1-m^2}{1-m^2}$ $m^2 = \frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{\omega_1^2 - \omega_2^2}$	$L_1 = \frac{2Km}{\omega_1 + \omega_2}$ $C_1 = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2Km\omega_1}$ $C_2 = \frac{1-m^2}{2Km(\omega_1 - \omega_2)}$ $C_3 = \frac{2m}{K(\omega_1 - \omega_2)}$

	Halbglied Demi-cellule	Z_T Z_π	Z_T/K	Z_π/K	$\text{th } \frac{\theta}{2}, a, b.$	m ω_p ω_∞	Werte der Elemente Valeur des éléments
5		$Z_T = K \frac{\sqrt{(\omega_1 - \omega)(\omega_1 - \omega_1')}}{\omega(\omega_1 - \omega)}$ $Z_\pi = K \frac{\omega(\omega_1 - \omega)}{(\omega_1 - \omega)(\omega_1 - \omega_1')}$				$m=1$ $\omega_p = \omega_1, \omega_1'$ $\text{th } \frac{\theta}{2} = \pm \frac{\omega_1 \omega_1' - \omega^2}{\sqrt{(\omega_1 - \omega)(\omega_1' - \omega)}}$	$L_1 = \frac{2K}{\omega_1 - \omega_1'}$ $C_1 = \frac{2}{K(\omega_1 - \omega_1')}$ $C_2 = \frac{2}{K(\omega_1 - \omega)}$
5 a		$Z_T = K \frac{\sqrt{(\omega_1 - \omega)(\omega_1 - \omega_1')}}{\omega(\omega_1 - \omega)}$ $Z_\pi = K \frac{\omega_1^2 \omega_1' (\omega_1^2 - \omega^2) - \omega_1^2 (\omega_1^2 - \omega_1'^2)}{\omega \omega_1 (\omega_1^2 - \omega)(\omega_1^2 - \omega_1'^2) (\omega_1 - \omega)}$			$\text{th } \frac{\theta}{2} = \pm \frac{\omega_1 \omega_1' (\omega_1^2 - \omega^2)}{\omega_1^2 \sqrt{(\omega_1^2 - \omega)(\omega_1^2 - \omega_1'^2)}}$ 	$m = \frac{\omega_1 \omega_1'}{\omega_1^2}$ $\omega_p = \omega_1$	$L_1 = \frac{2K \omega_1 \omega_1'}{\omega_1^2 (\omega_1 - \omega_1')}$ $C_1 = \frac{\omega_1 - \omega_1'}{2K \omega_1 \omega_1'}$ $L_2 = \frac{K(\omega_1 - \omega_1')}{2(\omega_1 - \omega) (\omega_1^2 - \omega_1'^2) (\omega_1^2 - \omega)}$ $C_2 = \frac{2\omega_1 \omega_1' (\omega_1 - \omega_1') (\omega_1^2 - \omega_1'^2) - \omega_1^2 (\omega_1^2 - \omega_1'^2)}{K(\omega_1^2 - \omega) (\omega_1^2 - \omega_1'^2) (\omega_1 - \omega)}$
i b		$Z_T = K \frac{\omega \omega_1 \sqrt{(\omega_1 - \omega)(\omega_1 - \omega_1')}}{\omega_1^2 \omega (\omega_1 - \omega) (\omega_1^2 - \omega_1'^2) (\omega_1 - \omega)}$ $Z_\pi = K \frac{\omega(\omega_1 - \omega)}{\sqrt{(\omega_1 - \omega)(\omega_1 - \omega_1')}}}$				$\omega_p = \omega_1$ $\omega_1' = \frac{\omega_1^2 \omega_1' + \omega_1^2 \omega_1' - 2\omega_1^2 \omega_1'}{\omega_1^2 - \omega_1'^2}$ $\omega_2 = \frac{\omega_1^2 \omega_1 \omega_1'}{\omega_1 \omega_1' + \omega_1^2 \omega_1' - \omega_1^2 \omega_1'}$ $\frac{1}{\omega_2} = \frac{1}{\omega_1} + \sqrt{\frac{1}{\omega_1^2} - \frac{1}{\omega_1'^2}} \left(\frac{1}{\omega_1} - \frac{1}{\omega_1'} \right)$	$L_1 = \frac{2K \omega_1 \omega_1' (\omega_1 - \omega_1')}{(\omega_1^2 \omega_1' + \omega_1^2 \omega_1' - 2\omega_1^2 \omega_1')^2}$ $C_1 = \frac{(\omega_1^2 - \omega_1'^2) (\omega_1^2 \omega_1' + \omega_1^2 \omega_1' - 2\omega_1^2 \omega_1')}{2K \omega_1 \omega_1' (\omega_1 - \omega_1') (\omega_1^2 - \omega_1'^2) (\omega_1^2 - \omega)}$ $C_2 = \frac{\omega_1 \omega_1' \left(\frac{1}{\omega_1} + \frac{1}{\omega_1'} - \frac{2}{\omega_1} \right)}{2K(\omega_1 - \omega) (\omega_1^2 - \omega_1'^2)}$ $L_3 = \frac{K(\omega_1 - \omega_1')}{2\omega_1 \omega_1'}$ $C_3 = \frac{2\omega_1 \omega_1'}{K(\omega_1 - \omega_1') \omega_1^2}$
a		$Z_T = K \frac{\sqrt{(\omega_1 - \omega)(\omega_1 - \omega_1')}}{\omega(\omega_1 - \omega)}$ $Z_\pi = K \frac{(\omega_1^2 \omega_1' - 2\omega_1^2) - (\omega_1^2 \omega_1' - \omega_1^2)}{\omega \sqrt{(\omega_1 - \omega)(\omega_1 - \omega_1')}} (\omega_1 - \omega)$			$\text{th } \frac{\theta}{2} = \pm \frac{\omega_1^2 - \omega^2}{\sqrt{(\omega_1 - \omega)(\omega_1 - \omega_1')}}}$ 	$m=1$ $\omega_p = \omega_1$	$L_1 = \frac{2K}{\omega_1 - \omega_1'}$ $C_1 = \frac{2(\omega_1 - \omega_1')}{K(\omega_1 + \omega_1' - 2\omega_1^2)}$ $L_2 = \frac{K(\omega_1^2 + \omega_1'^2 - 2\omega_1^2)}{2(\omega_1 - \omega) (\omega_1^2 + \omega_1'^2 - \omega_1^2 \omega_1' - \omega_1^2)}$ $C_2 = \frac{2(\omega_1 - \omega) (\omega_1^2 + \omega_1'^2 - \omega_1^2 \omega_1' - \omega_1^2)}{K(\omega_1^2 - \omega_1'^2) (\omega_1^2 + \omega_1' - 2\omega_1^2)}$
7 b		$Z_T = K \frac{\omega \sqrt{(\omega_1 - \omega)(\omega_1 - \omega_1')}}{\omega (\omega_1^2 + \omega_1'^2 - 2\omega_1^2) (\omega_1 - \omega)}$ $Z_\pi = K \frac{\omega(\omega_1 - \omega)}{\sqrt{(\omega_1 - \omega)(\omega_1 - \omega_1')}}}$				$\omega_p = \frac{\omega_1^2 \omega_1' - \omega_1^2}{\omega_1^2 + \omega_1'^2 - 2\omega_1^2}$ $\omega_2 = \frac{\omega_1^2 + \sqrt{(\omega_1^2 - \omega_1'^2)(\omega_1^2 - \omega_1'^2)}}{\omega_1^2 + \omega_1'^2 - 2\omega_1^2}$	$L_1 = \frac{2K(\omega_1 - \omega_1') (\omega_1^2 \omega_1' + \omega_1^2 \omega_1' - \omega_1^2 \omega_1' - \omega_1^2)}{(\omega_1^2 - \omega_1'^2) (\omega_1^2 + \omega_1'^2 - 2\omega_1^2)}$ $C_1 = \frac{K(\omega_1^2 + \omega_1'^2 - 2\omega_1^2)}{2(\omega_1 - \omega) (\omega_1^2 \omega_1' + \omega_1^2 \omega_1' - \omega_1^2 \omega_1' - \omega_1^2)}$ $L_2 = \frac{2K(\omega_1 - \omega_1')}{(\omega_1^2 + \omega_1'^2 - 2\omega_1^2)}$ $L_3 = \frac{K(\omega_1 - \omega_1')}{2\omega_1^2}$ $C_3 = \frac{2}{K(\omega_1 - \omega_1') \omega_1^2}$

	Halbglied Demi-cellule	Z_T	Z_{π}	Z_1/K	Z_{π}/K	$\text{th } \frac{\theta}{2}$, a, b,	m	ω_p	ω_{∞}	Werte der Elemente Valeur des éléments
8 a		$Z_T = K \frac{\sqrt{(\omega_1 - \omega_p^2)(\omega^2 - \omega_{\infty}^2)}}{(\omega_1 + \omega_p^2)\omega}$	$Z_{\pi} = K \frac{(1 - m^2)(\omega_1 - \omega_p^2)(\omega^2 - \omega_{\infty}^2)}{(\omega_1 + \omega_p^2)\omega \sqrt{(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_{\infty}^2)}}$			$\text{th } \frac{\theta}{2} = \frac{\pm m(\omega_1 - \omega^2)}{\sqrt{(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_{\infty}^2)}}$ 	$m = m$ $\omega_p = \omega_p$			$L_1 = \frac{2K m}{\omega_1 - \omega_p}$ $C_1 = \frac{\omega_1 - \omega_p}{2K m \omega_1}$ $L_2 = \frac{K(1 - m^2)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}{2m(\omega_1 - \omega_p)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}$ $C_2 = \frac{2m(\omega_1 - \omega_p)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}{K(1 - m^2)\omega_1^2(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}$ $L_3 = \frac{K(1 - m^2)(\omega_1 - \omega_p^2)}{2m(\omega_1 - \omega_p)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}$ $C_3 = \frac{2m(\omega_1 - \omega_p)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}{K(1 - m^2)\omega_1^2(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}$
8 b		$Z_T = K \frac{(\omega_1 - \omega_p)\omega \sqrt{(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_{\infty}^2)}}{(1 - m^2)(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_{\infty}^2)}$	$Z_{\pi} = K \frac{\omega(\omega_1 - \omega_p)}{\sqrt{(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega^2 - \omega_{\infty}^2)}}$			$\text{th } \frac{\theta}{2} = \frac{\pm \pi}{2}$ 	$m = \frac{\sqrt{(\omega_1^2 - \omega_p^2)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)} + \sqrt{(\omega_1^2 - \omega_p^2)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}}{\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2}$ $\omega_p = \frac{\omega_1 + \omega_{\infty} - 2m\omega_1^2}{2(1 - m^2)}$ $\omega_{\infty} = \frac{\omega_1 + \omega_{\infty} + 2m\omega_1^2}{2(1 - m^2)}$			$L_1 = \frac{2K m (\omega_1 - \omega_p)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}{K(1 - m^2)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}$ $C_1 = \frac{(1 - m^2)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}{2K m (\omega_1 - \omega_p)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}$ $L_2 = \frac{2K m (\omega_1 - \omega_p)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}{(1 - m^2)\omega_1^2(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}$ $C_2 = \frac{(1 - m^2)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}{2K m (\omega_1 - \omega_p)(\omega_1^2 - \omega_{\infty}^2)}$ $L_3 = \frac{K(\omega_1 - \omega_p)}{2\omega_1^2}$ $C_3 = \frac{2m}{K(\omega_1 - \omega_p)}$

MASSTAB/ÉCHELLE
0 bis 1: linear / linéaire
1 bis ∞: reziprok / réciproque

LEGENDE/LÉGENDE

$$x = \frac{\omega}{\omega_1}$$

$$x_p = \frac{\omega_p}{\omega_1}$$

$$x_{\infty} = \frac{\omega_{\infty}}{\omega_1}$$

$$x_p = \frac{\omega_p}{\omega_1}$$

$$x_{\infty} = \frac{\omega_{\infty}}{\omega_1}$$

Tabelle I

Frequenz- und Impedanztransformation Transformation de fréquence et d'impédance

Tableau I

$$g(\omega) = g[W(\omega)] \qquad Z(\omega) = Z[W(\omega)] \Psi(\omega)$$

Bezeichnung Type	W(ω)	Ψ(ω)	L	C	Graphische Darstellung Représentation graphique
h	ω	1			
d	1/ω²	1			
em	ε - ω²/ε	1			
en	1/ε - 1/(εω²)	1			
hm	ω √(1 - ω²/ω₀²)	√(1 - (ω/ω₀)²)			
		1/√(1 - (ω/ω₀)²)			
dm	1/ε √(1 - ω²/ω₀²)	√(1 - (ω/ω₀)²)			
		1/√(1 - (ω/ω₀)²)			
hn	ω √(1 - ω²/ω₀²)	√(1 - (ω/ω₀)²)			
		1/√(1 - (ω/ω₀)²)			
dn	1/ε √(1 - ω²/ω₀²)	√(1 - (ω/ω₀)²)			
		1/√(1 - (ω/ω₀)²)			

Institut für Fernmeldetechnik, ETH 1956

men aller Typen b und 5. Besonders interessant in ökonomischer Beziehung sind Filter mit wenig Spulen. So können zum Beispiel die T-Klemmen der Typen 1b und 3c mit den II-Klemmen der Typen 2a und 4c stossfrei verbunden werden, wenn der Wert K für jeden Typ richtig gewählt wird. Beim Aufbau solcher Filter sind die Dämpfungspole beliebig wählbar, bei 3c im untern, bei 4c im obern Sperrbereich, was gestattet, die Schablonenmethode von Rumpelt² anzuwenden. Die Impedanzanpassung an Quelle und Verbraucher muss beim Aufbau des Filters ebenfalls berücksichtigt werden, aus welchem

l'une à l'autre les bornes T de tous les types a et 5, de même que les bornes II de tous les types b et 5. Comme, au point de vue économique, les filtres avec peu de bobines sont particulièrement intéressants, l'on peut, par exemple, connecter sans défaut d'adaptation les bornes T des types 1b et 3c avec les bornes II des types 2a et 4c si la valeur K est choisie correctement pour chaque type. Lors de la combinaison de tels filtres, on peut choisir à volonté les fréquences d'affaiblissement infini, pour le type 3c dans la bande atténuée inférieure, pour le type 4c dans la bande atténuée supérieure, ce qui permet d'utiliser la mé-

Grunde der qualitative und formelmässige Verlauf der Wellenimpedanz stets für T- und II-Glied angegeben wurde. Die Tabellen können somit als Ergänzung zu den bereits von Philips³ veröffentlichten angesehen werden.

Bibliographie

- 1) *Laurent, Torbern*. Vierpoltheorie und Frequenztransformation. Berlin, 1956.
- 2) *Rumpelt, E.* Schablonenverfahren für den Entwurf elektrischer Wellenfilter auf Grundlage der Wellenparameter. TFT 31 (1942), 203...210.
- 3) Philips Technische Rundschau 1 (1936), 331...338.

thode de Rumpelt². L'adaptation aux impédances de la source et de la charge doit également être prise en considération lors de la synthèse du filtre, c'est la raison pour laquelle l'allure ainsi que la formule de la variation de l'impédance itérative ont toujours été données pour les cellules T et II. Les tables peuvent ainsi être considérées comme un complément de celles qui ont déjà été publiées par Philips³.

Adressen der Verfasser: Prof. H. Weber, Institut für Fernmelde-technik der ETH, Sternwartstr. 7, Zürich 7.

J. Martony, dipl. El.-Ing., Institut für Fernmeldetechnik, Sternwartstrasse 7, Zürich 7.

Beschreibung des automatischen Fernamtes 2 in Zürich

(System 7 E)

Von G. Altherr, Zürich

621.395.343

1. Grundlagen für die Projektierung

Das bestehende automatische Fernamt 1 belegt heute den Wählersaal 1 (490 m²) und einen Teil des Wählersaales 4 (120 m²) im Telephonegebäude an der Brandschenkestrasse. Die Ausrüstung für den Eingangsverkehr nach der Netzgruppe Zürich ist in einem separaten Wählersaal untergebracht. In Figur 1 sind die Zahlen der Ende des Jahres 1955 angeschlossenen Fern- und Verbindungsleitungen eingetragen. Die Eingänge sind etwas zahlreicher als die Ausgänge, da die Hauptverkehrsstunden der Stadt- und Landzentralen nicht zusammenfallen.

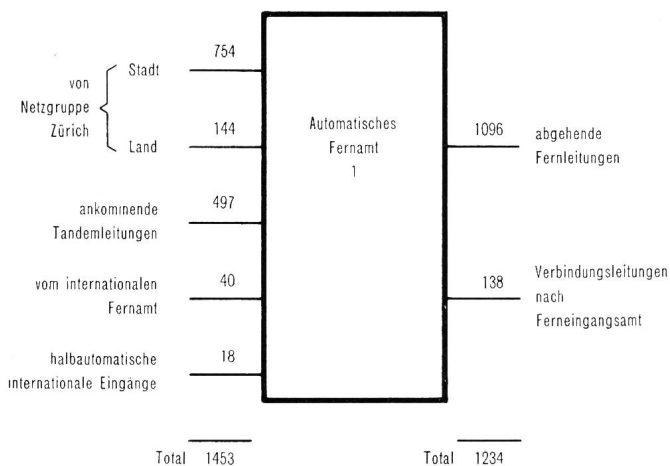


Fig. 1. Belegung des automatischen Fernamtes 1 (1955)

Ein Ausbau der Anlagen in den bestehenden Wählersälen 1 und 4 war nicht möglich. Es wurde deshalb im neuen Gebäudeteil ein Wählersaal mit 750 m² Grundfläche bereitgestellt. Davon sind 60 m² durch die Wählerausstattung der Auskunft (Nr. 11) belegt.

Die Kapazität des neuen Amtes ist in der Figur 2 gezeigt. Diese Zahlen werden voraussichtlich spätestens 1970 erreicht sein.

Figur 3 zeigt noch den Erstausbau des automatischen Fernamtes 2. Die Anlage wurde im Frühjahr 1956 in Betrieb gesetzt.

Aus den Figuren 2 und 3 geht hervor, dass das neue Amt Ausgangs- und Transit-Verkehr vermitteln kann. In den beiden Ämtern 1 und 2 sind die Zahlen der Ein- und Ausgangsleitungen aufeinander abgestimmt, so dass sie im wesentlichen voneinander unabhängig arbeiten.

Um die abgehenden Leitungen besser ausnützen zu können, besteht eine beschränkte Überlaufmöglichkeit vom Amt 1 nach dem Amt 2.

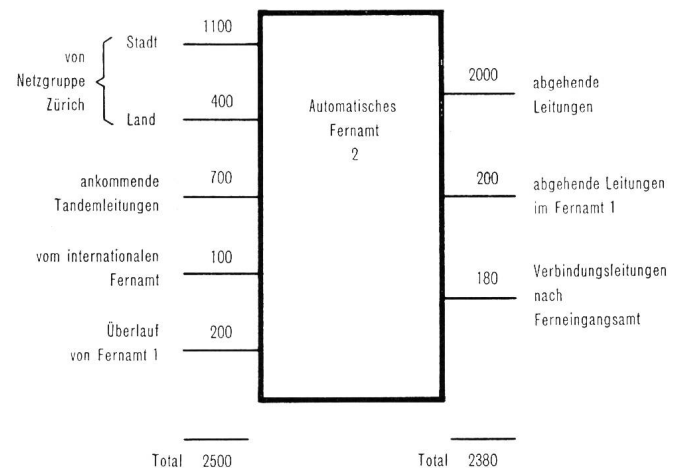


Fig. 2. Kapazität des automatischen Fernamtes 2

2. Wahlsystem

Anfänglich war vorgesehen, das automatische Fernamt 2 nach dem gleichen System zu bauen wie das Amt 1. Dieses ist in den «Technischen Mitteilungen PTT»¹ ausführlich beschrieben. Die wesentlichen Merkmale sind: Verwendung von 100teiligen Suchern mit gemeinsamem Antrieb für die Durchschal-

¹ Dill, Hans. Neue Entwicklungen im automatischen Telefonbetrieb. Techn. Mitt. PTT 1946, Nr. 1, S. 10...21; Nr. 2, S. 55...69.