

NORGE



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

Utlegningskrift nr. 119595

Int. Cl. H 03 f 1/30 Kl. 21a²-41/01

Patentsøknad nr. 164.309 Inngitt 15.VIII 1966

Løpedag -

Søknaden alment tilgjengelig fra 1.VII 1968

Søknaden utlagt og utlegningskrift utgitt 8.VI 1970

Prioritet begjært fra: 16.VIII-65 Sverige,
nr. 10.650/65

Telefonaktiebolaget L M Ericsson,
L M Ericssons väg 4 - 8, Midsommarkransen,
Fack Stockholm 32, Sverige.

Oppfinner: Tore Torstensson Fjällbrant,
Staborg, Fjärås, Sverige.

Fullmektig: Ingeniør Fr. W. Münster.

Vekselspenningsforsterkerkobling.

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en vekselspenningsforsterkerkobling med en forsterkning som i et arbeidspunkt i det vesentlige er uavhengig av variasjoner i inngående forsterkerelements aktive parameter, d.v.s. den av de fire parametrene i forsterkerens parametermatrise som bestemmer forsterkerens forsterkning og som for transistorer utgjøres av f.eks. strømforsterkningsfaktoren h_{21} og som er avhengig av frekvens og miljøfaktorer som spenning og temperatur.

I forsterkerkoblinger med negativ tilbakekobling anvendes en

metode for i en viss grad å minske forsterkningsfølsomheten på bekostning av forsterkningen. Det ville være ønskelig med en forsterkerkobling i hvilken forsterkningstap unngås, men i hvilken til tross for dette følsomheten hva angår variasjoner i verdien av det inngående forsterkerelements aktive parameter er redusert til et minimum, d.v.s. parameterkurvens deriverte er null i det valgte arbeidspunkt.

Den aktive parameters verdi er avhengig av dels frekvensen, dels miljøfaktorer som spenning og temperatur. Den aktive parameter varierer således på forskjellig måte som funksjon av frekvens og miljø. Ofte varierer realdelen ved endring av frekvens og imagi-nærdelen ved endring av miljø eller vice versa. Når nå den aktive parameterens verdi varierer fra arbeidspunktet såvel ved endret frekvens og konstant miljø som ved endret miljø og konstant frekvens, ville det være ønskelig med en minskning av forsterkningen ved disse typer av variasjoner.

Dette oppnås ifølge oppfinnelsen ved at forsterkerelementet er tilkoblet en tapsfri transmisjonsledning med impedansmatrisen

$$\begin{pmatrix} -jZ_0 \cot \varphi & -jZ_0 \frac{1}{\sin \varphi} \\ -jZ_0 \frac{1}{\sin \varphi} & -jZ_0 \cot \varphi \end{pmatrix} \text{ dvs. } \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -jZ_0 \cot \varphi & -jZ_0 \frac{1}{\sin \varphi} \\ -jZ_0 \frac{1}{\sin \varphi} & -jZ_0 \cot \varphi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix}$$

der V_1 er transmisjonsledningens inngangsspenning, V_2 dens utgangsspenning, I_1 dens inngangsstrømstyrke og I_2 dens utgangsstrømstyrke, Z_0 er ledningens karakteristiske impedans og φ dens elektriske lengde, hvorved elementene i nevnte impedansmatrise er slik valgte at forsterkerkoblingens forsterkning som gitt ved uttrykket

$$K_{21} = \frac{4z_a z_b z_{21}^2}{[(z_{11} + z_a)(z_{22} + z_b) - z_{12} z_{21}]^2}, \text{ i hvilket } z_{11}, z_{12}, z_{21}$$

og z_{22} er vekselspenningsforsterkerkoblingens impedansparametre og z_a og z_b er belastningsimpedansene på vekselspenningsforsterker-

koblingens inngangs - resp. utgangsside, får et maksimum for den verdi av forsterkerens aktive parameter som råder ved arbeidspunktet, d.v.s. at den deriverte av K_{21} med hensyn på den aktive parameter er null i dette punkt.

Oppfinnelsen skal nærmere beskrives under henvisning til den vedlagte tegning på hvilken

Fig. 1 viser et forsterkerelement koblet i serie med en transmissionsledning,

Fig. 2 viser forsterkerelementet koblet parallelt med ledningen og

Fig. 3 viser forsterkerelementet og ledningen koblet i serieparallellkobling.

Som kjent kan en lineær firepol karakteriseres av en matrise som inneholder fire parameterelementer. Disse elementer kan f.eks. utgjøres av impedanser, hvorved man får firepolens såkalte impedansmatrise

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{pmatrix} \quad \text{som tilfredsstiller ligningssystemet}$$

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} \quad \text{i hvilket } V_1 \text{ er firepolens inn-}$$

gangsspenning, V_2 dens utgangsspenning, I_1 dens inngangsstrømstyrke, I_2 dens utgangsstrømstyrke. På tilsvarende måte fås firepolens admittansmatrise

$$Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{pmatrix} \quad \text{som tilfredsstiller ligningssystemet}$$

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} \quad \text{og dens hybridmatrise}$$

$$H = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{pmatrix} \quad \text{som tilfredsstiller ligningssystemet}$$

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ V_2 \end{pmatrix} .$$

Mellom disse matriser finnes en lineær sammenheng, d.v.s. fra en av dem kan hvilken som helst av de øvrige beregnes på enkel måte. Ved hjelp av elementene i impedansmatrisen er firepolens forsterkningsfaktor K_{21} gitt ved ligningen

$$K_{21} = \frac{4z_a z_b z_{21}^2}{[(z_{11} + z_a)(z_{22} + z_b) - z_{12}z_{21}]^2} \quad (\text{se f.eks. Llewellyn})$$

F. B. "Some fundamental properties of transmission systems) der z_a er inngangssidens belastningsimpedans og z_b er utgangssidens belastningsimpedans. Hvis firepolen utgjøres av en vekselspenningsforsterker, f.eks. en transistor, kan impedansmatrisen som regel tilnærmelsesvis uttrykkes ved

$$Z_f = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ z_{21f} & 0 \end{pmatrix} , \quad \text{admittansmatrisen tilnærmelsesvis uttrykkes}$$

$$\text{ved } Y_f = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ y_{21f} & 0 \end{pmatrix} \quad \text{og hybridmatrisen tilnærmelsesvis uttrykkes}$$

$$\text{ved } H_f = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ h_{21f} & 0 \end{pmatrix} . \quad \text{Forsterkningen blir derved } K_{21f} = \frac{4z_{21f}^2}{z_a z_b} .$$

Det fremgår av dette uttrykk at forsterkningsfaktoren er en kvadratisk funksjon av z_{21f} , den aktive parameteren som bestemmer forsterkerens forsterkning, hvilken parameter varierer som en følge av frekvens- og miljøendringer, og forsterkningsfaktorens K_{21f} deriverte med hensyn på denne parameter kan følgelig ikke gjøres lik null. Hvis man imidlertid i serie med forsterkeren tilkobler en tapsfri transmisjonsledning hvis impedansmatrise

$$Z_t = \begin{pmatrix} -jZ_0 \cot\varphi & -jZ_0 \frac{1}{\sin\varphi} \\ -jZ_0 \frac{1}{\sin\varphi} & -jZ_0 \cot\varphi \end{pmatrix}$$

der Z_0 er ledningens karakteristiske impedans og φ er ledningens elektriske lengde, d.v.s. $\varphi = \omega \sqrt{lc}d$, der ω er frekvensen, d ledningslengden samt l og c ledningens induktans resp. kapasitans pr. lengdeenhet, oppnås en firepol ved hvilken impedansmatrisens elementer fåes ved addering av forsterkerens og transmisjonsledningens respektive impedansparametre. Man får således impedansma-

$$\text{trisen} \begin{pmatrix} -jZ_0 \cot\varphi & -jZ_0 \frac{1}{\sin\varphi} \\ Z_{21f} - jZ_0 \frac{1}{\sin\varphi} & -jZ_0 \cot\varphi \end{pmatrix}, \text{ hvorved forsterknings-}$$

faktoren blir

$$K_{21} = \frac{4z_a z_b (Z_{21f} - jZ_0 \frac{1}{\sin\varphi})^2}{\left[(-jZ_0 \cot\varphi + Z_a) (-jZ_0 \cot\varphi + Z_b) - (Z_{21f} - jZ_0 \frac{1}{\sin\varphi}) (-jZ_0 \frac{1}{\sin\varphi}) \right]^2}$$

Transmisjonsledningens karakteristiske impedans Z_0 og elektriske lengde φ velges derved på en slik måte at den deriverte av forsterkningsfaktoren K_{21} med hensyn på z_{21f} blir null for den verdi parameteren z_{21f} antar ved det anvendte arbeidspunkt. Denne forsterkerkobling vises i fig. 1 der 1 betegner et forsterkerelement og 2 en tapsfri transmisjonsledning. Den ene inngangen på transmisjonsledningen og den ene inngangen på forsterkerelementet er tilkoblet forsterkerkoblingens inngangsklemmer 10 resp. 11. De

andre inngangene på forsterkerelement resp. ledning er forbundet med hverandre. På lignende måte er den ene utgangen på forsterkerelementet og den ene utgangen på ledningen forbundet med hverandre, og de andre utgangene tilkoblet koblingens utgangsklemme 12 resp. 13.

På tilsvarende måte kan man ved en parallellkobling av forsterkerelementet og transmisjonsledningen oppnå en forsterkning K_{21} hvis deriverte med hensyn på den aktive parameter z_{21f} bli null i et ønsket arbeidspunkt. Uttrykket for forsterkningen oppnås ved at transmisjonsledningens og forsterkerelementets admittansmatriser adderes og den på denne måte oppnådde matrise omregnes til tilsvarende impedansmatrise. En slik forsterkerkobling vises i fig. 2, i hvilken ledningens 2 og forsterkerelementets 1 respektive innganger er koblet parallelt til inngangsklemmene 10 og 11 og deres respektive utganger er parallelt tilkoblet utgangsklemmene 12 og 13.

I fig. 3 vises en tredje utførelsesform av forsterkerkoblingen ved hvilken forsterkerelementet 1 og transmisjonsledningen 2 er koblet i serie-parallellkobling. Forsterkningsfaktoren K_{21} oppnås ved at transmisjonsledningens og forsterkerens hybridmatriser adderes og den således oppnådde forsterkerkoblingens hybridmatrise omregnes til tilsvarende impedansmatrise. Transmisjonsledningens hybridparametre velges derved som tidligere på en slik måte at den deriverte av forsterkningsfaktoren K_{21} med hensyn på den aktive parameter z_{21f} blir null ved arbeidspunktet.

Koblingstype samt transmisjonsledningens lengde og karakteristiske impedans velges med hensyn på forsterkerelementets aktive parameter (z_{21f} , y_{21f} resp. h_{21f}) slik at ønskede egenskaper oppnås ved ønsket frekvens. For å oppnå et ennå bedre resultat kan en frekvensavhengig impedans tilkobles, hvilken da velges slik at de nevnte egenskaper oppnås. Impedansen kan tilkobles forsterkerelementets inngang eller utgang og kan der innkobles i serie eller parallelt. I fig. 3 vises hvorledes en slik impedans 3 innkobles parallelt med forsterkerelementets inngang.

Forsterkerelementene kan utgjøres av rør eller transistorer. Den aktive parameter som er kjent, utgjøres derved ved transistorer oftest av parameteren h_{21} . Forsterkertrinnet ifølge de viste utførelsesformer kan uten at transformatorer eller spoler kobles til inngangs- og utgangsklemmene, kobles til belastningene. Disse kan med fordel være lavohmige. Den tapsfrie transmisjonsledning er hensiktsmessig utført ved hjelp av teknikken med trykte kretser.

P a t e n t k r a v.

1. Vekselspenningsforsterkerkobling med en forsterkning som i et visst arbeidspunkt i det vesentlige er uavhengig av variasjoner i inngående forsterkerelements aktive parameter, d.v.s. den av de fire parametrene i forsterkerens parametermatrise som bestemmer forsterkerens forsterkning og som for transistorer utgjøres av f.eks. strømforsterkningsfaktoren h_{21} og som er avhengig av frekvens- og miljøfaktorer som spenning og temperatur, k a r a k t e r i s e r t v e d at forsterkerelementet (1) er koblet til en tapsfri transmisjonsledning (2) med impedansmatrisen

$$\begin{pmatrix} -jZ_0 \cot \varphi & -jZ_0 \frac{1}{\sin \varphi} \\ -jZ_0 \frac{1}{\sin \varphi} & -jZ_0 \cot \varphi \end{pmatrix} \text{ d.v.s. } \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -jZ_0 \cot \varphi & -jZ_0 \frac{1}{\sin \varphi} \\ -jZ_0 \frac{1}{\sin \varphi} & -jZ_0 \cot \varphi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix}$$

der V_1 er transmisjonsledningens inngangsspenning, V_2 dens utgangsspenning, I_1 dens inngangsstrømstyrke og I_2 dens utgangsstrømstyrke, Z_0 er ledningens karakteristiske impedans og φ dens elektriske lengde, hvorved elementene i nevnte impedansmatrise er slik valgte at vekselspenningsforsterkerkoblingens forsterkning som er gitt ved uttrykket

$$K_{21} = \frac{4z_a z_b z_{21}^2}{[(z_{11} + z_a)(z_{22} + z_b) - z_{12} z_{21}]^2}, \quad \text{i hvilket } z_{11}, z_{12}, z_{21}$$

og z_{22} er vekselspenningsforsterkerkoblingens inngangs- resp. utgangsside, får et maksimum for den verdi av forsterkerens aktive parameter som råder i arbeidspunktet, d.v.s. den deriverte av

K_{21} med hensyn på den aktive parameter er null i dette punkt.

2. Vekselspenningsforsterkerkobling som angitt i krav 1, karakterisert ved at forsterkerelementet (1) og transmisjonsledningen (2) er koblet i serie, hvorved vekselspenningsforsterkerkoblingens forsterkning fås fra uttrykket K_{21} og parametrene z_{11} , z_{12} , z_{21} og z_{22} fås ved addisjon av forsterkerelementets og transmisjonsledningens respektive impedansparametre og transmisjonsledningens parametre er slik valgte at den deriverte av K_{21} med hensyn på forsterkerelementets z_{11} -parameter er null ved arbeidspunktet.

3. Vekselspenningsforsterkerkobling som angitt i krav 1, karakterisert ved at forsterkerelementet (1) og transmisjonsledningen (2) er koblet parallelt, hvorved vekselspenningsforsterkerkoblingens forsterkning fås fra uttrykket K_{21} og parametrene z_{11} , z_{12} , z_{21} og z_{22} fås ved at summen av forsterkerelementets og transmisjonsledningens respektive admittansparametre omregnes til tilsvarende impedansparametre, hvorved transmisjonsledningens admittansparametre er slik valgte at den deriverte av K_{21} med hensyn på forsterkerelementets z_{11} -parameter er null ved arbeidspunktet.

4. Vekselspenningsforsterkerkobling som angitt i krav 1, karakterisert ved at forsterkerelementet (1) og transmisjonsledningen (2) er sammenkoblet i serie-parallellkobling, hvorved vekselspenningsforsterkerkoblingens forsterkning fås fra uttrykket K_{21} og parametrene z_{11} , z_{12} , z_{21} og z_{22} fås ved at summen av forsterkerelementets og transmisjonsledningens respektive hybridparametre omregnes til tilsvarende impedansparametre, hvorved transmisjonsledningens hybridparametre er slik valgte at den deriverte av K_{21} med hensyn på forsterkerelementets z_{11} -parameter er null ved arbeidspunktet.

Anførte publikasjoner: -

