

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 12 (1934)

Heft: 3

Artikel: Untersuchungen an verzögerten Relais = Le relais à action différée

Autor: Jucker, Jules

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873519>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 25.04.2026

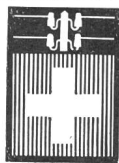
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Technische Mitteilungen

Herausgegeben von der schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

Bulletin Technique

Publié par l'Administration des
Télégraphes et des Téléphones suisses



Bollettino Tecnico

Publicato dall'Amministrazione
dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

Inhalt — Sommaire — Sommario: Untersuchungen an verzögerten Relais. Le relais à action différée. — Tourisme, Télégraphe et Téléphone. — Gebührenrückstände der Telephonteilnehmer. — Mise en compte des conversations. — Thomas Alva Edison. — Verschiedenes. Divers: Predigtübertragung von Saanen nach Abländschen. — Un nuovo cavo telefonico nel Ticino. — Durch das Hüttentelephon gerettet. — Hier „Radio“ Gstaad. — Ein Plakat-Wettbewerb. — Guglielmo Marconi. — Ein neues Fernkabel zwischen Luzern und Zürich. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Untersuchungen an verzögerten Relais.

Von Julius Jucker, Zürich.

Ueber die Wirkungsweise der verzögerten Relais, sowie über deren Behandlung herrschen vielfach ziemlich unklare Vorstellungen. Eine besondere Betrachtung dieser Relais ist des allgemeinen Interesses wegen angezeigt.

Unter einem verzögerten Relais versteht man im allgemeinen ein Relais, bei welchem die Kontaktumlegung nicht im selben Moment erfolgt wie die Schaltung des Stromes, sondern bei welchem zwischen der Stromschaltung und der Kontaktumlegung eine gewisse Verzögerungszeit verstreicht.

Die verzögerten Relais lassen sich in drei Gruppen unterteilen:

1. Relais mit Anzugverzögerung.
2. Relais mit Abfallverzögerung.
3. Relais mit Anzug- und Abfallverzögerung.

Eine scharfe Trennung zwischen diesen drei Arten kann nicht vorgenommen werden, da sie stetig ineinander übergehen. Beide Verzögerungsarten benutzen dasselbe Verzögerungsprinzip. Der Unterschied ist lediglich eine Frage der Dimensionierung, sowie der Einstellung, was aus den nachstehenden Ueberlegungen hervorgeht.

In der Hauptsache werden folgende Mittel für die Erreichung einer Verzögerung angewandt:

1. Der Kupferkopf.



2. Die Kupferhülse.



3. Die kurzgeschlossene Sekundärwicklung.



Le relais à action différée.

Par Jules Jucker, Zurich.

Beaucoup de personnes n'ont pas une idée très claire du fonctionnement du relais à action différée et de la manière dont il faut le traiter. Il nous paraît donc indiqué, dans l'intérêt général, de publier ci-après quelques considérations particulières sur ce relais.

Par relais à action différée, on entend généralement un relais dont la position des contacts ne change pas au moment précis de l'intercalation ou de la rupture du courant, mais seulement au bout d'un certain temps.

Les relais à action différée se répartissent en 3 catégories, savoir:

1. les relais à attraction différée;
2. les relais à relâchement différé;
3. les relais à attraction et à relâchement différés.

Il n'est pas possible cependant d'établir une séparation nette entre ces trois catégories qui se chevauchent constamment. L'action différée repose dans les deux cas sur le même principe. La différence est simplement une question de dimensions et de réglage, ainsi qu'il ressort des considérations suivantes.

Pour obtenir le retard voulu, on utilise essentiellement:

1. la tête de cuivre;

2. la douille de cuivre;

3. l'enroulement secondaire court-circuité;

4. Der Parallelwiderstand.



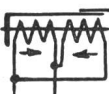
4. la résistance parallèle;

5. Die gleichsinnig parallel geschaltete Wicklung.



5. l'enroulement de même sens intercalé en parallèle;

6. Die gegensinnig parallel geschaltete Wicklung.



6. l'enroulement de sens contraire intercalé en parallèle.

Die Vorgänge, die sich beim Anziehen und Abfallen abspielen, sind nun in Wirklichkeit ziemlich verwickelt, so dass ihre genaue theoretische Erfassung nur mit grosser Mühe gelingt. Wenn aber alle weniger wichtigen Nebeneinflüsse vernachlässigt, d. h. nicht in Betracht gezogen werden, so wird die Wirkungsweise leicht verständlich.

Alle angeführten Formen beruhen im Prinzip auf der dämpfenden Wirkung einer in sich kurzgeschlossenen Wicklung. Diese besitzt in jedem Fall eine gewisse Selbstinduktion L und einen bestimmten Ohm'schen Widerstand R . Zunächst sei ein solcher Kreis für sich betrachtet (Fig. 1).

Les processus de l'attraction et du relâchement sont en réalité si complexes qu'on a beaucoup de peine à en saisir la théorie exacte. Cependant, si on laisse de côté les influences secondaires qui jouent un rôle peu important, on arrive facilement à comprendre l'action.

Quelle que soit la forme du retardement, il repose toujours sur le principe de l'amortissement provoqué par l'action d'un enroulement court-circuité. Dans chaque cas, cet enroulement possède une certaine self-induction L et une résistance ohmique déterminée R . Considérons premièrement un circuit de ce genre pour lui-même (fig. 1).

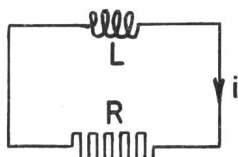


Fig. 1

In diesem Kreis soll ein gewisser Strom i fließen, der auf irgendeine Art erzeugt wird (z. B. durch Induktion). Wenn nun die stromerzeugende Ursache plötzlich unterbrochen wird, so hat dieser Kreis die Eigenschaft, den Strom langsam abnehmend noch einige Zeit weiter zu führen. Physikalisch ist diese Erscheinung folgendermassen zu erklären:

In einer stromdurchflossenen Induktivität ist, in gleicher Weise wie in einem geladenen Kondensator, eine bestimmte Energie aufgespeichert. Diese Energie ist um so grösser, je grösser der durchfliessende Strom i ist. Im Momente des Abschaltens der treibenden Ursache verbleibt in der Spule eine gewisse Energie gemäss dem Strom i , welche den Strom im abgeschalteten Kreis noch weiter unterhält, bis sie durch die Ohm'schen Verluste im Widerstand vollständig aufgebraucht ist.

Der Strom nimmt dabei natürlich ab, und zwar nach einer Exponentialfunktion. Durch das Gesetz der Umlaufspannungen:

$$iR + \text{EMK von } L = 0$$

lässt sich der Stromverlauf in diesem Kreis mathematisch ableiten. Es sei hier nur das Endresultat angegeben:

$$i = i_1 e^{-\frac{t}{T}}$$

wobei $T = \frac{L}{R}$ die Zeitkonstante bedeutet und i_1 den Strom zu Beginn.

Un certain courant i , engendré par une cause quelconque (par ex. par induction) parcourt ce circuit. Si l'on supprime brusquement la cause qui engendre le courant, on constate que celui-ci continue à circuler encore pendant un certain laps de temps en diminuant peu à peu. En physique, on explique ce phénomène de la manière suivante:

Un circuit parcouru par un courant emmagasine une certaine énergie de la même manière qu'un condensateur. Plus le courant est fort, plus l'énergie emmagasinée est grande. Au moment où l'on coupe la source de courant, une certaine énergie, proportionnelle au courant i , reste dans la bobine et entretient le courant dans le circuit déconnecté jusqu'à ce qu'elle soit entièrement absorbée par la perte due à la résistance ohmique.

Naturellement, le courant diminue, lui aussi, suivant une fonction exponentielle. Sa marche peut être déterminée mathématiquement en application de la loi

$$iR + \text{Fem de } L = 0$$

dont nous ne donnons que la formule finale:

$$i = i_1 e^{-\frac{t}{T}}$$

dans laquelle $T = \frac{L}{R}$ désigne la constante de temps et i_1 le courant de début.

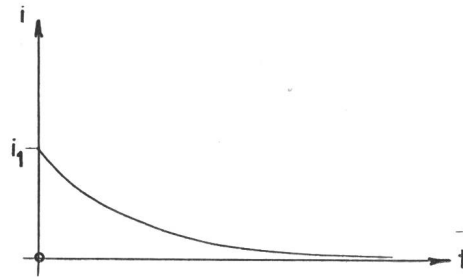


Fig. 2

Wie aus dem Diagramm ersichtlich, klingt der Strom asymptotisch auf den Nullwert ab.

Die Zeitkonstante T des Kreises ist ein Mass für die Geschwindigkeit des Abklingens. Die durch diesen Quotienten angegebene Zeit ist gleich derjenigen, während welcher der Strom auf den $1/e$ -ten Teil, d. h. auf 36,6% des Anfangswertes zurückgeht.

Der Strom klingt also um so langsamer ab, je grösser die Zeitkonstante T , je grösser L und je kleiner R ist.

Für $t = T$ ist:

$$i = i_1 e^{-\frac{T}{T}}$$

$$i = i_1 \frac{1}{e} = i_1 \cdot 0,366$$

Wie schon eingangs erwähnt, beruhen alle Formen der Verzögerungserzeugung auf der Wirkung einer in sich kurzgeschlossenen Wicklung. Es lassen sich alle Formen unter Vernachlässigung der Streuung auf die dritte Art zurückführen, bei welcher die Verzögerung mit einer Kurzschlusswicklung zustande kommt. Diese Gruppe ist der theoretischen Betrachtung am einfachsten zugänglich. Bei entsprechender Dimensionierung kann hier in allen Fällen dasselbe erreicht werden, wie mit irgend einer der andern Verzögerungsarten.

Das verzögerte Relais arbeitet ganz allgemein mit folgenden zwei wirklichen oder Ersatzstromkreisen.

On constate d'après le diagramme que le courant suit une ligne asymptotique tendant vers zéro.

La constante de temps T du circuit permet de mesurer la vitesse de disparition. Cette constante est égale au temps qu'emploie le courant pour revenir à la $1/e$ partie, c'est-à-dire au 36,6%, de sa valeur de début.

Le courant disparaît donc d'autant plus lentement que la constante de temps T est élevée, c'est-à-dire L important et R minime.

Pour $t = T$, on a:

$$i = i_1 e^{-\frac{T}{T}}$$

$$i = i_1 \frac{1}{e} = i_1 \cdot 0,366$$

Nous avons vu au début que toutes les formes de retardement reposent sur l'action d'un enroulement court-circuité. Si l'on ne tient pas compte de la dispersion, on peut donc les ramener toutes à la troisième catégorie, qui est celle qui se prête le mieux aux observations théoriques. En donnant à un relais de cette catégorie les dimensions voulues, on obtient, dans tous les cas, les mêmes résultats qu'avec les autres formes de retardement.

Le relais à action différée travaille en général avec les deux circuits réels suivants ou avec des circuits artificiels.

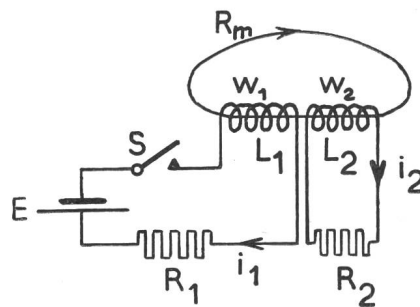


Fig. 3

1. Primärstromkreis mit der Stromquelle E , dem Ohm'schen Gesamtwiderstand R_1 , der Gesamtinduktivität L_1 und dem Schalter S .
2. Sekundärkreis mit dem Ohm'schen Gesamtwiderstand R_2 , der Gesamtinduktivität L_2 , die über den Relaiskern fest mit L_1 gekoppelt ist.

Im Falle einer Anziehung sind nun die Vorgänge, die sich dabei abspielen, die folgenden:

1. Le circuit primaire qui comprend la source de courant E , la résistance ohmique totale R_1 , l'inductance totale L_1 et le commutateur S .

2. Le circuit secondaire qui comprend la résistance ohmique totale R_2 et l'inductance totale L_2 qui, par le noyau du relais, est intimement liée à L_1 .

En cas d'attraction, le processus se déroule de la manière suivante:

Zur Vereinfachung sei zuerst angenommen, die Zeitkonstante T_1 (= Zeitkonstante des primären Stromkreises) sei klein gegenüber T_2 (= Zeitkonstante des sekundären Stromkreises); d. h. $T_1 \ll T_2$ (L_1 klein, R_1 gross). Praktisch ist dies ohnehin meistens der Fall. Der Schalter werde im Zeitpunkt $t=t_e$ geschlossen. Momentan beginnt im Kreis 1 ein Strom von der Stärke i_1 zu fließen. Dadurch entsteht im magnetischen Kreis des Relais eine *magnetomotorische Kraft* $M M K_1$ von der Stärke $i_1 w_1$ Ampèrewindungen. Dieser Strom bleibt konstant, wie das im Diagramm 4 zum Ausdruck kommt. Die plötzliche Aenderung im Primärkreis hat, wie bei einem Transformator, im Sekundärkreis einen Induktionsstrom i_2 zur Folge, der seinerseits eine gewisse $M M K_2 = i_2 w_2$ erzeugt. Nach der Lenz'schen Regel ist dieser Strom so gerichtet, dass er die Wirkung des primären Stromes aufzuheben sucht. Er fliesst somit in der entgegengesetzten Richtung. Unter Vernachlässigung der Streuung wird im ersten Moment der induzierte Stromstoss i_2 auch tatsächlich gerade so gross sein, dass seine $M M K_2 = i_2 w_2$ die primäre $M M K_1$ total aufhebt.

$$i_1 w_1 = i_2 w_2$$

Admettons premièrement, pour simplifier, que la constante de temps T_1 (constante de temps du circuit primaire) est plus petite que T_2 (constante de temps du circuit secondaire), c'est-à-dire $T_1 \ll T_2$ (L_1 peu importante, R_1 élevée), ce qui est généralement le cas dans la pratique. Le commutateur est fermé au temps $t=t_e$. A ce moment, un courant i_1 se met à circuler dans le circuit primaire, ce qui engendre dans le circuit secondaire une force magnétomotrice F_{mm_1} de $i_1 w_1$ ampères-tours. Ce courant reste constant, ainsi que le montre le diagramme 4. La modification brusque du courant du circuit primaire a pour conséquence d'engendrer dans le circuit secondaire, comme dans un transformateur, un courant induit i_2 qui engendre, à son tour, une certaine force magnétomotrice $F_{mm_2} = i_2 w_2$. D'après la loi de Lenz, ce courant tend à supprimer l'effet du courant primaire. Il a donc une direction opposée. Si l'on néglige la dispersion, on constate qu'au premier moment l'impulsion de courant induit i_2 est en effet exactement assez puissante pour que sa force magnétomotrice $F_{mm_2} = i_2 w_2$ annule totalement la force magnétomotrice primaire F_{mm_1} , soit

$$i_1 w_1 = i_2 w_2$$

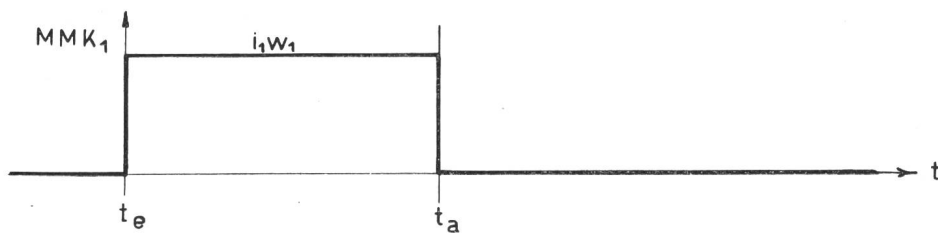


Diagramm 4 von Kreis 1

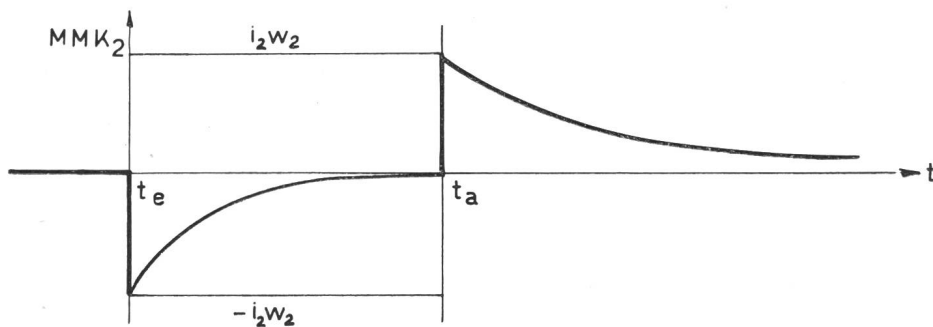


Diagramm 5 von Kreis 2

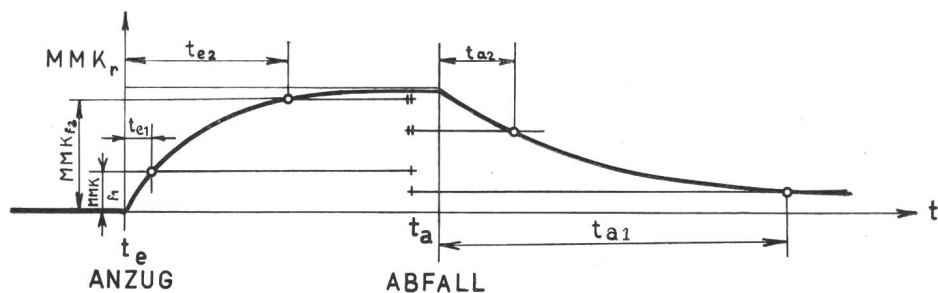


Diagramm 6 MMK_r

Nach dem Einschaltmoment, wo i_1 konstant bleibt, wirkt auf den Kreis 2 keine fremde Induktion mehr; somit bleibt dieser Kreis sich selbst überlassen und es entstehen in ihm dann die Vorgänge, wie vorstehend beschrieben. Der sekundäre Strom i_2 , sowie MMK_2 klingen langsam nach Null ab, wie dies im Diagramm 5 dargestellt ist. Im magnetischen Kreise wirken während des ganzen Vorganges die beiden Spannungen MMK_1 und MMK_2 . Die resultierende MMK_r ist die Summe der beiden, deren Verlauf also aus der Addition von Diagramm 4 und Diagramm 5 zu bilden ist.

Schliesslich ist der *magnetische Fluss* Φ die Folge von MMK_r .

$$\Phi = \frac{MMK_r}{R_m}$$

wenn R_m der *magnetische Widerstand* ist. Φ ist also proportional MMK_r , solange sich R_m nicht ändert. Wie ersichtlich, erreichen MMK_r und Φ im Einschaltmoment nicht sofort ihren maximalen Wert, sondern steigen langsam an bis zu ihrem Grenzwert und ermöglichen damit die Einrichtung der Anzugsverzögerung.

Mit Φ steht weiter die Anzugskraft am Anker im Zusammenhang. Der Anker wird durch die Kontaktfedern und die Rückstellfeder belastet und durch diese beständig vom Relaiskern weggezogen. Das magnetische Feld vermag deshalb den Anker erst anzuziehen, wenn Φ so stark gewachsen ist, dass die Anzugskraft die Rückzugfederkraft gerade überwindet. Dies ist je nach der Rückzugfederkraft bei einem bestimmten Fluss Φ_f und damit bei einer bestimmten MMK_f der Fall. Damit ist nun in einfacher Weise zu sehen, wie die Anzugsverzögerung entsteht. Eine kleine, oder praktisch keine Anzugsverzögerung, kommt jenem Relais zu, dessen Rückstellfederkraft so klein ist, dass die entsprechende MMK_f bedeutend kleiner ist als die maximale MMK_r .

Für eine derart kleine MMK_{f1} erreicht MMK_r schon nach der Zeit t_{e1} die nötige Stärke zur Anziehung des Ankers. Umgekehrt entsteht eine grosse Anzugsverzögerung, wenn die der Rückzugfederkraft entsprechende MMK_{f2} nahezu gleich gross ist wie die maximale $MMK_r = i_1 w_1$ ($i_1 w_1 =$ Ampèrewindungszahl des Primärkreises). In diesem Falle erreicht MMK_r erst nach der Zeit t_{e2} die nötige Stärke zur Ueberwindung des gesamten Federdruckes.

Theoretisch genau betrachtet, entstehen während des Anziehens selbst, d. h. während der Anzugsbewegung des Ankers, eine ganze Anzahl neuer und höchst komplizierter Vorgänge. Die Zeit, in der sich diese Vorgänge abspielen, ist sehr kurz. Es ändert sich dabei primär der magnetische Widerstand R_m . Dies hat nicht bloss einen grossen Einfluss auf Φ , sondern auch alle übrigen Grössen werden von dieser Änderung in Mitleidenschaft gezogen. Da uns in erster Linie die Anzugsverzögerung als solche interessiert und diese Vorgänge sich erst nach der Verzögerung abspielen, sei hier von einer Behandlung dieser Nebenerscheinungen abgesehen.

Die bisherige Betrachtung beschränkte sich auf den Fall $T_1 \ll T_2$. Liegt nun aber T_1 in derselben Grössenordnung wie T_2 , so hat dies zur Folge, dass

Après l'intercalation du courant, i_1 reste constant et aucune induction étrangère n'agit plus sur le circuit secondaire: ce circuit est alors abandonné à lui-même et le processus s'y déroule comme nous l'avons décrit. Le courant secondaire i_2 et la force magnétomotrice F_{mm_2} diminuent lentement jusqu'à zéro, ainsi que le montre le diagramme 5. Pendant toute l'action, les deux forces F_{mm_1} et F_{mm_2} agissent sur le circuit secondaire. La somme de ces deux forces est la résultante F_{mm_r} , dont la courbe peut être déterminée par l'addition des deux diagrammes 4 et 5.

Le *flux magnétique* Φ dépendant en définitive de F_{mm_r} , on aura

$$\Phi = \frac{F_{mm_r}}{R_m}$$

R_m représentant la *résistance magnétique*. Φ est donc proportionnel à F_{mm_r} tant que R_m ne change pas. On voit que F_{mm_r} et Φ n'atteignent pas leur valeur maximum au moment où l'on établit le courant, mais augmentent lentement jusqu'à leur valeur limite, ce qui permet d'obtenir l'attraction retardée.

La force d'attraction exercée sur l'armature dépend également de Φ . Les ressorts de contact et le ressort antagoniste agissent sur l'armature et la maintiennent constamment éloignée du noyau du relais. Le champ magnétique ne l'attire que lorsque Φ s'est assez accru pour surmonter l'effort contraire du ressort antagoniste. Ce moment dépend, pour un flux donné Φ_f , et, par conséquent, pour une force magnétomotrice donnée F_{mm_f} , de l'effort du ressort antagoniste. On peut donc déterminer très simplement la valeur du retard. Un relais dont l'effort du ressort antagoniste est réduit au point que la F_{mm_f} correspondante reste sensiblement inférieure à la F_{mm_r} maximum, n'accusera aucun retard.

Avec une force égale à $F_{mm_{f1}}$, F_{mm_r} atteint déjà la valeur nécessaire pour attirer l'armature après le temps t_{e1} . Par contre, si la $F_{mm_{f2}}$, correspondant à la force du ressort antagoniste, est à peu près aussi élevée que la force maximum $F_{mm_r} = i_1 w_1$, l'attraction est considérablement retardée ($i_1 w_1 =$ nombre des ampères-tours du circuit primaire). Dans ce cas, F_{mm_r} n'atteint la valeur nécessaire pour vaincre l'action des ressorts qu'après le temps t_{e2} .

Théoriquement, si l'on examine attentivement ce qui se passe, on constate que pendant l'attraction de l'armature, c'est-à-dire pendant un laps de temps très court, il se produit toute une série d'actions nouvelles et extraordinairement compliquées. Premièrement, la résistance magnétique R_m se modifie. Cette modification n'a pas seulement une grosse influence sur Φ , mais elle affecte encore toutes les autres valeurs. Comme nous nous intéressons en premier lieu au retardement de l'attraction et que ces phénomènes secondaires n'apparaissent qu'après ce retardement, nous renonçons à les décrire ici plus en détail.

Nous avons considéré jusqu'à présent le cas $T_1 \ll T_2$. Si l'on observe maintenant le cas $T_1 \cong T_2$, on constate que F_{mm_1} , au moment où l'on établit

MMK₁ im Einschaltmoment nicht sofort das Maximum erreicht, sondern von einem gewissen momentan erreichten Zwischenwert langsam an das Maximum anklängt. MMK₂ wird ebenfalls beeinflusst. Im Verlauf von MMK_r entsteht indessen das einfache Resultat, dass diese statt nach einer Exponentialfunktion mit T₁ als Zeitkonstante mit einer solchen mit T₁+T₂ als Zeitkonstante an den Grenzwert anklängt. Durch Hochhalten von T₁ kann also die Anzugsverzögerung über das durch T₂ bedingte Mass hinaus weiter vergrössert werden. Praktisch kann dies erreicht werden durch Vergrössern von L und Verkleinern des Ohm'schen Widerstandes der primären Wicklung.

Beim Abfallen spielen sich folgende ganz analoge Vorgänge ab:

Der Schalter S werde im Zeitpunkt t_a unterbrochen. Der Strom i₁ und damit auch die MMK₁ verschwinden im selben Moment. Diese plötzliche Aenderung hat im sekundären Kreis sofort einen entsprechenden Sekundärstrom i₂ zur Folge. Der erzeugte Strom ist nach der Lenz'schen Regel so gerichtet, dass er den primären Effekt aufzuheben sucht. Dieser primäre Effekt ist aber diesmal das Verschwinden des primären Stromes i₁; i₂ muss also so gerichtet sein, dass der primäre Fluss jetzt von i₂ weiter unterhalten wird. i₂ hat dieselbe Richtung wie i₁. Im Ausschaltmoment übernimmt die sekundäre Wicklung die volle Ampèrewindungszahl der primären Wicklung i₁w₁=i₂w₂. In der Folgezeit klingt der Strom im Kreis 2 in bekannter Weise wieder ab. Wichtig ist, dass in diesem Falle die Zeitkonstante T₂ grösser ist. Das Abklingen dauert also länger als das Anziehen. Während der ganzen Abfallverzögerung liegt der Anker im Gegensatz zur Anzugsverzögerung in angezogener Stellung, d. h. er liegt mit dem Klebstift auf dem Relaiskern. R_m ist dadurch kleiner. Kleinerer magnetischer Widerstand bewirkt aber grössere Induktivität L₂ und damit auch eine grössere Zeitkonstante T₂.

$$T_2 = \frac{L_2}{R_2}$$

Die resultierende MMK_r entsteht in gleicher Weise wie früher und nimmt, wie ersichtlich, vom Ausschaltmoment an nur langsam ab. Der Abfallmoment selbst hängt wiederum von der Rückstellfederkraft, resp. der zugehörigen MMK_f ab.

Weiter zu beachten ist dabei, dass für eine bestimmte Rückstellfederkraft die MMK_f für den Anzug grösser ist als die MMK_f für den Abfall. Der Grund ist darin zu suchen, dass R_m während der Abfallverzögerung kleiner ist als während der Anzugsverzögerung. Bei kleinerem magnetischem Widerstand besteht derselbe Fluss ϕ resp. dieselbe Anzugskraft bei kleinerer MMK_r. Die MMK_f des Abfalles ist also immer in einem gewissen Verhältnis C zur MMK_f des Anzuges tiefer zu setzen. MMK_f Abfall = C · MMK_f Anzug.

Ein stark abfallverzögertes Relais entsteht, wie ersichtlich, wenn die der Rückzugfederkraft entsprechende MMK_f bedeutend kleiner ist als die maximale MMK_r = i₁w₁. Im Fall I sinkt nun die MMK_r und damit die Anzugskraft erst nach der Zeit t_{a2} soweit, dass das gesamte Federgewicht den Anker

le courant, n'atteint pas immédiatement son maximum, mais une valeur intermédiaire à partir de laquelle elle s'élève lentement jusqu'au maximum. Fmm₂ est également influencée. Quant à Fmm_r, on constate qu'au lieu d'arriver à sa valeur limite suivant une fonction exponentielle à constante de temps T₁, elle y arrive suivant une fonction à constante T₁+T₂. Donc, en maintenant T₁ à une haute valeur, on prolonge le retardement au delà de la limite déterminée par T₂. Pratiquement, on obtient ce résultat en augmentant L et en diminuant la résistance ohmique de l'enroulement primaire.

Le relâchement se déroule suivant un processus tout à fait analogue.

Le commutateur S est ouvert au temps t_a. Le courant i₁ et avec lui la force Fmm₁ disparaissent au même moment. Cette brusque modification a pour résultat d'engendrer immédiatement un courant i₂ dans le circuit secondaire. D'après la loi de Lenz, la direction de ce courant est telle qu'il s'oppose à la tendance à disparaître du courant primaire i₁. i₂ doit donc entretenir le flux primaire et a par conséquent la même direction que i₁. Au moment où l'on interrompt le courant, l'enroulement secondaire reprend tous les ampères-tours de l'enroulement primaire et l'on a i₁w₁=i₂w₂. Par la suite, le courant disparaît du circuit secondaire de la manière connue. Il est important que, dans ce cas, la constante de temps T₂ soit plus élevée. La disparition progressive du courant dure donc plus longtemps que l'attraction. Pendant tout le temps que dure le relâchement différé, l'armature, contrairement à ce qui se passe pour l'attraction différée, reste attirée, c'est-à-dire qu'elle appuie sur le noyau du relais par la butée d'entrefer. R_m est de ce fait plus petite. Mais, comme une résistance magnétique plus petite augmente l'inductance L₂ et par conséquent aussi la constante de temps T₂, on aura

$$T_2 = \frac{L_2}{R_2}$$

La Fmm_r qui en résulte se développe de la même manière que précédemment et ne diminue que lentement à partir du moment où le courant est coupé. Le moment du relâchement dépend de nouveau de la force du ressort antagoniste, c'est-à-dire de Fmm_f.

Il faut tenir compte en outre que pour un ressort antagoniste donné, la Fmm_f d'attraction est plus forte que la Fmm_f de relâchement. La raison en est que R_m est plus petite pendant le relâchement différé que pendant l'attraction différée. Pour une petite résistance magnétique, on a le même flux ϕ ou la même force d'attraction que pour une petite Fmm_r. La Fmm_f au relâchement est donc toujours moins élevée, d'un certain facteur C, que la Fmm_f à l'attraction; on a donc Fmm_f = C · Fmm_f.

On voit donc qu'on aura un relais à relâchement fortement différé si la Fmm_f correspondant à la force du ressort antagoniste est beaucoup moins élevée que le maximum de Fmm_r=i₁w₁. Dans le premier cas, ce n'est qu'après un temps t_{a2} que Fmm_r, et avec elle la force d'attraction, diminue suffisamment pour que la force totale du ressort arrive à arracher l'armature. Au contraire, on aura un relais

abzureissen vermag. Umgekehrt entsteht ein schwach abfallverzögertes Relais, wenn die der Rückzugfederkraft entsprechende $M M K_f$ nahezu gleich der maximalen $M M K_r$ gehalten wird, wie dies durch den Fall 2 mit $M M K_{f2}$ angedeutet ist.

Aus der Zusammenfassung aller erwähnten Betrachtungen über Anzug- und Abfallverzögerung geht weiter hervor, worin der Unterschied zwischen diesen beiden Verzögerungsarten liegt, resp. wie ein anzugverzögertes in ein abfallverzögertes Relais, oder umgekehrt, übergeführt werden kann.

Man benützt dazu den Umstand, dass bei kleiner Rückzugfederkraft die Abfallverzögerung, bei grosser Rückzugfederkraft die Anzugverzögerung überwiegt. Somit hat man es mit der Regulierung der Rückzugfederkraft in einfacher Weise in der Hand, das Verhältnis von Anzugverzögerung zu Abfallverzögerung beliebig einzustellen. Es ist also zu beachten, dass die Verzögerungsart nicht zuletzt eine Frage der Relaisjustierung, d. h. eine Frage der Einstellung des Kontaktdruckes ist. In Störungsfällen sollte keine Nachjustierung irgend eines Verzögerungsrelais vorgenommen werden, ohne dass man über die erwähnten Betrachtungen genau orientiert ist.

Das Verhältnis von Anzugsverzögerung zu Abfallverzögerung kann auch durch die Veränderung des Primärstromes i_1 , d. h. durch Verändern des Gesamtwiderstandes R_1 , erreicht werden. Dadurch verändert man die $M M K_r$, was in bezug auf die Verzögerungen denselben Einfluss hat, da für diese nur das Verhältnis von $M M K_r$ zu $M M K_f$ ausschlaggebend ist. Die Einschaltung von Vorwiderständen hat denselben Einfluss wie die Vergrösserung der Rückzugfederkraft.

In der Schwachstromtechnik werden fast ausschliesslich abfallverzögerte Relais verwendet. Dies ist einerseits durch schaltungstechnische Gründe bedingt, andererseits liegt dies hauptsächlich daran, dass sie bedeutend betriebssicherer arbeiten, als die anzugverzögerten Relais. Bei den abfallverzögerten Relais kann sich sowohl die Betriebsspannung als auch der Federdruck durch irgendwelche Gründe innert relativ grosser Grenzen ändern, ohne dass sich die Abfallzeit wesentlich ändert. Das Relais arbeitet mit grosser Reserve und ist von äusseren Einflüssen weitgehend unabhängig, weil die zur Betätigung nötige $M M K_f$ bedeutend kleiner ist als die maximale $M M K_r$. Anders gestalten sich die Vorgänge beim anzugverzögerten Relais. Hier ist die nötige $M M K_f$ nahezu gleich der maximalen $M M K_r$. Somit können schon kleine Änderungen der in Betracht kommenden Grössen das Arbeiten des Relais in Frage stellen. Sinkt z. B. die Batteriespannung nur um wenige Prozent, so besteht die Gefahr, dass die maximale $M M K_r$ kleiner wird als die $M M K_f$ und in der Folge das Relais nicht mehr durchzieht.

Zur Belegung der vorstehend beschriebenen theoretischen Ausführungen sollen hier noch einige experimentell aufgenommene Diagramme wiedergegeben werden. Bei den Versuchen wurde ein Haslerrelais Typ Ericsson 600 \sim mit vorne liegendem 3 cm Kupferkopf verwendet. Mit D wird der totale Druck angegeben; aussen am Klebstift gemessen, bis der Anker aufliegt. A ist die Länge des Ankerweges in mm; K bedeutet Klebstiftgrösse in $\frac{1}{10}$ mm. Gemessen wurden

à relâchement faiblement différé si la Fmm_f correspondant à la force du ressort antagoniste est maintenue à peu près au même niveau que le maximum de Fmm_r , ce qui est le cas pour Fmm_{f2} dans la deuxième conjoncture.

Toutes ces considérations sur l'attraction et le relâchement différés font bien ressortir où se trouve la différence entre les deux genres de retardement, autrement dit comment on peut transformer un relais à attraction différée en un relais à relâchement différé ou inversement.

Cette transformation repose sur la particularité du ressort antagoniste de provoquer un relâchement différé lorsqu'il est faible et une attraction différée lorsqu'il est fort. On peut donc transformer à volonté le rapport du relais en réglant simplement la force du ressort antagoniste. Il ne faut pas oublier que la valeur du retardement dépend en tout premier lieu du réglage du relais, c'est-à-dire du réglage de la pression des contacts. En cas de dérangement, on ne devrait pas entreprendre le réglage d'un relais à action différée sans être exactement orienté.

On peut également transformer un relais à attraction différée en un relais à relâchement différé en modifiant le courant primaire i_1 , c'est-à-dire en modifiant la résistance totale R_1 . De cette manière, on modifie Fmm_r , ce qui au point de vue du retardement a la même influence, puisque ce retardement dépend uniquement du rapport existant entre Fmm_r et Fmm_f . L'intercalation de résistances préliminaires a le même effet que l'augmentation de la force du ressort antagoniste.

Dans la technique des courants faibles, on n'emploie presque exclusivement que des relais à relâchement différé, d'une part pour des raisons techniques, d'autre part et surtout parce que ces relais travaillent beaucoup plus sûrement que les relais à attraction différée. Avec des relais à relâchement différé, la tension d'exploitation aussi bien que la pression des ressorts peuvent, pour des raisons quelconques, varier dans des limites relativement grandes sans affecter considérablement le temps de relâchement. Le relais travaille sur sa réserve et est indépendant dans une très grande mesure des influences extérieures parce que la Fmm_f nécessaire pour actionner le relais est passablement moins élevée que la Fmm_r maximum. Le processus est tout différent pour le relais à attraction différée. Ici, la Fmm_f nécessaire est à peu près égale à la Fmm_r maximum. Aussi, de toutes petites modifications des valeurs entrant en considération peuvent déjà compromettre le fonctionnement du relais. Si, par exemple, la tension de la batterie diminue dans une toute petite proportion, il y a danger que la Fmm_r maximum devienne plus petite que la Fmm_f et que, par conséquent, le relais ne fonctionne plus.

Pour compléter notre exposé théorique, nous reproduisons ici quelques diagrammes établis expérimentalement. Pour faire les expériences, nous avons utilisé un relais Hasler 600 \sim type Ericsson avec tête de cuivre de 3 cm placée à l'avant. D indique la pression totale mesurée à la butée d'entrefer jusqu'à ce que l'armature repose. A indique l'entrefer en millimètres et K la grandeur de la butée en dixièmes de millimètre. Dans des conditions différentes, on a mesuré chaque

jeweils unter verschiedenen Bedingungen unmittelbar nacheinander die Anzugs- und die Abfallverzögerung in msec. Die Zeiten wurden dabei mit einem Hasler-Impulsschreiber registriert, unter Verwendung der in Figur 7 angegebenen einfachen Schaltung:

fois en msec, immédiatement l'un après l'autre, le retard à l'attraction et le retard au relâchement. Les temps furent notés par des enregistreurs d'impulsions Hasler d'après le simple schéma que montre la fig 7.

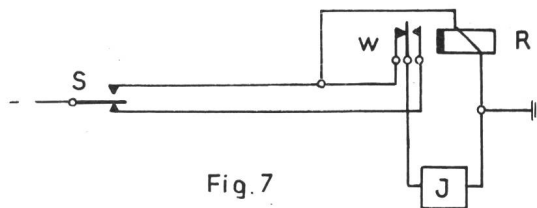


Fig. 7

Ein periodisch sich schliessender Wellenkontakt sorgte bei allen Versuchen dafür, dass der Bedienungskontakt S genau gleich lang geschlossen blieb. Der Impulsschreiber erhielt während der Verzögerungszeiten jeweils Spannung. Der Wechselkontakt W des zu untersuchenden Relais R muss dabei so justiert werden, dass der Ruhekontakt im selben Moment trennt, in dem der Arbeitskontakt schliesst. Die Kontakte am Relais arbeiten bei allen Versuchen ungefähr in der Mitte des Ankerweges. Sie waren mit $1/10$ — $2/10$ mm Pimpelluft justiert.

Le contact S reste fermé exactement pendant le même temps dans chaque expérience. Au moyen d'une came l'actionnant pendant le retard, l'enregistreur d'impulsions reçoit la tension. Les contacts W du relais R à contrôler doivent être réglés de telle manière que le contact de repos se rompt au moment précis où le contact de travail se ferme. Dans toutes les expériences, les contacts du relais travaillent à peu près au milieu de l'entrefer. Ils sont réglés pour un jeu sous les contacts de $1/10$ — $2/10$ mm.

Die folgende erste Messreihe soll nun den Uebergang von einem abfallverzögerten zu einem anzugverzögerten Relais zeigen, wenn zum Zwecke der Veränderung die Rückstellfederkraft vergrößert wird. Die elektrischen Daten blieben bei diesem Versuch unverändert.

La première série de mesures indique de quelle manière un relais à relâchement différé se transforme en un relais à attraction différée lorsque, à cet effet, on augmente la force du ressort antagoniste sans modifier les facteurs électriques.

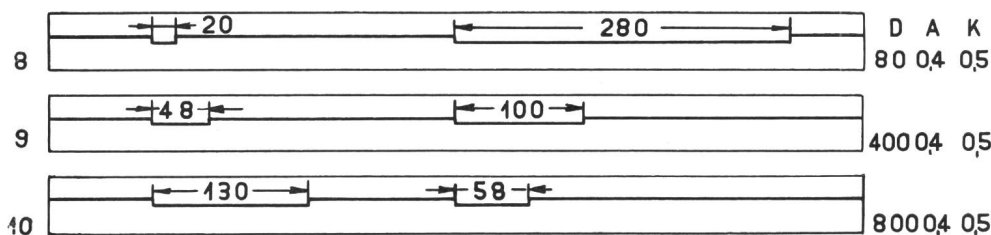


Diagramm 8 ÷ 10

Die bei Diagramm 8 und 10 auftretenden Zeiten entsprechen ungefähr den Verhältnissen, wie sie in Diagramm 6 mit $M M K_{f1}$ resp. $M M K_{f2}$ dargestellt sind.

Les temps indiqués par les diagrammes 8 et 10 correspondent à peu près à ceux du diagramme 6 avec $F m m_{f1}$ ou $F m m_{f2}$.

Die Diagramme 11 und 12 zeigen, wie derselbe Effekt auch erreicht werden kann, wenn statt des Federdruckes der Gesamtwiderstand R_1 verändert wird. Dies wird erreicht durch Zuschalten eines Vorschaltwiderstandes.

Les diagrammes 11 et 12 montrent comment on obtient le même effet si, au lieu de modifier la pression du ressort, on modifie la résistance totale R_1 en intercalant une résistance additionnelle.

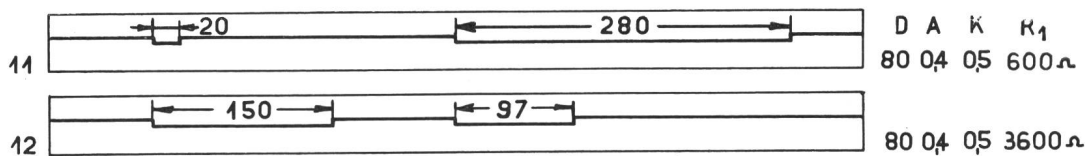


Diagramm 11 ÷ 12

Die Diagramme 13 und 14 zeigen, wie bei einem normalen unverzögerten $1000 \sim$ Relais eine Verzögerung erzeugt werden kann durch Parallelschalten eines bifilaren Widerstandes von $300 \sim$. Durch diesen Parallelwiderstand wird ein sekundärer Kreis, bestehend aus Primärwicklung und Parallel-

Les diagrammes 13 et 14 montrent comment on transforme un relais ordinaire de $1000 \sim$ en un relais à action différée lorsque l'on intercale en parallèle une résistance bifilaire de $300 \sim$. Cette résistance parallèle donne un circuit secondaire composé de l'enroulement primaire et de la résistance

widerstand, geschaffen. Die primäre und die sekundäre Wicklung sind in diesem Falle identisch. Die Verzögerungsschaltung ist als Autotransformator mit dem Uebersetzungsverhältnis 1 : 1 aufzufassen.

parallèle. Dans ce cas, l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire sont identiques. Ce dispositif de retardement peut être considéré comme un autotransformateur dont le rapport de transformation serait 1:1.

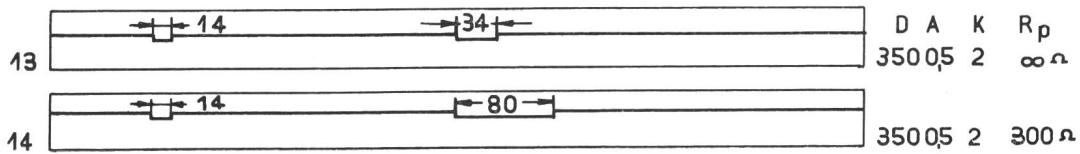


Diagramm 13 u. 14

Einen wesentlichen Einfluss, hauptsächlich auf die Abfallzeit, hat die Grösse des Klebstiftes. Mit seiner Veränderung ändert sich im angezogenen Zustand der magnetische Widerstand R_m und damit, wie früher beschrieben, die Zeitkonstante T_2 . Vergrößerung des Klebstiftes hat Verkleinerung von T_2 und somit Verkleinerung der Abfallzeit zur Folge, wie die Gegenüberstellung der Diagramme 15 und 16 zeigt.

La grandeur de la butée d'entrefer exerce une influence considérable, surtout sur le temps de relâchement. Lorsqu'on la modifie, on fait varier, à l'état d'attraction, la résistance magnétique et, avec elle, comme nous l'avons déjà décrit, la constante de temps T_2 . Un agrandissement de la butée a pour conséquence de diminuer T_2 et simultanément le temps de relâchement, ainsi qu'on peut le constater en comparant les deux diagrammes 15 et 16.

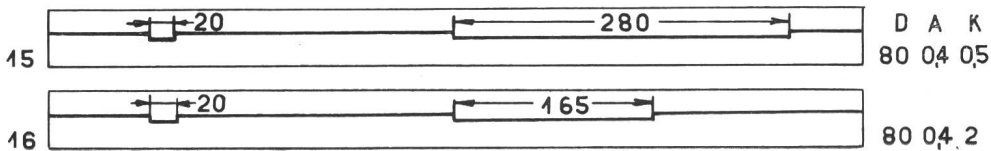


Diagramm 15 u. 16

Die Diagramme 17 und 18 zeigen zwei Relais mit denselben elektrischen Daten und gleicher Justierung. Im Beispiel 18 ist der Kupferkopf hinten, d. h. auf der Anschlußseite angebracht, während er im Fall 17 vorne liegt. Das Charakteristische ist hier, dass die Anzugverzögerung dadurch praktisch auf ein Minimum gesetzt werden kann, ohne die Abfallverzögerung zu beeinträchtigen. Die Ursache dieses Einflusses ist in dem bisher vernachlässigten Streuflusse zu suchen. Der Kreis des Streuflusses der primären Wicklung schliesst sich bei hinten liegendem Cu-Kopf im Gegensatz zum vorn liegenden über den Relaisanker. Da dieser Fluss keine kurzgeschlossenen Wicklungen zu passieren hat, kommt er augenblicklich zur Wirkung. Wenn die Streuung hinreichend ist und der Anker wie bei einem anzugverzögerten Relais zur Anziehung nur eine kleine Kraft benötigt, so kann unter Umständen schon der Streufluss eine Anziehung bewirken. Der augenblicklich auftretende Streufluss hat somit auf alle Fälle eine Verkürzung der Anzugszeit des Relais zur Folge.

Les diagrammes 17 et 18 montrent le fonctionnement de 2 relais dans les mêmes conditions électriques et avec le même réglage. Dans l'exemple 18, la tête de cuivre est placée derrière le relais, c'est-à-dire du côté où il est raccordé, tandis que dans la figure 17 elle est placée devant. Ce qui est caractéristique dans ce cas, c'est que le retard de l'attraction est réduit à un minimum sans que cela n'affecte en rien le retard du relâchement. La cause en est le flux de dispersion que nous avons négligé jusqu'ici. Lorsque la tête de cuivre est placée derrière le relais, le circuit du flux de dispersion de l'enroulement primaire se ferme par l'armature, contrairement à ce qui se passe lorsque la tête est placée devant le relais. Comme ce flux n'a pas d'enroulement court-circuité à traverser, il entre immédiatement en action. Lorsque la dispersion est suffisamment grande et que l'armature n'a besoin que d'une toute petite force pour fonctionner, comme c'est le cas pour les relais à attraction différée, le flux de dispersion peut déjà, dans certaines circonstances, provoquer l'attraction. Dans tous les cas, le flux de dispersion, qui apparaît subitement, a pour conséquence de raccourcir le temps d'attraction du relais.

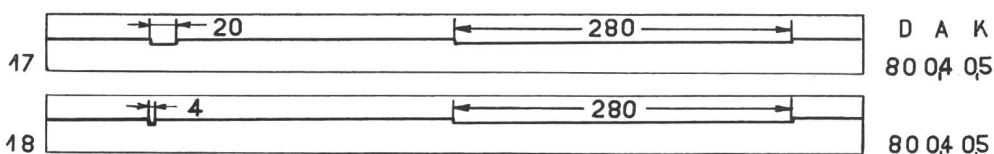


Diagramm 17 u. 18

Von grosser Wichtigkeit ist auch noch folgender Effekt, der speziell beim Hasler-Relais Typ Ericsson von grossem Interesse ist. Bei dieser Bauart sind je zwei Relais gemeinsam auf einen Winkel montiert und es ist deshalb die Arbeit eines Relais nicht ohne Einfluss auf sein Nebenrelais. Diagramm 19 bringt wieder die Normalfunktion des vornerwähnten Relais 600 ~ zum Ausdruck. Diagramm 20 zeigt dasselbe Relais, wenn sein Nebenrelais in umgekehrter Richtung erregt ist. Wie deutlich ersichtlich, nimmt die Anzugverzögerung ab und die Abfallverzögerung zu. Das Umgekehrte tritt bei Diagramm 21 auf, bei welchem das Nebenrelais mit gleicher Polarität stark erregt war.

Le phénomène suivant, qui est particulièrement intéressant dans les relais Hasler type Ericsson, a une grande importance. Dans ce genre de construction, deux relais sont montés ensemble sur une équerre, de telle manière que le travail de l'un influence nécessairement sur le travail de l'autre. Le diagramme 19 montre encore une fois le fonctionnement normal du relais 600 ~. Le diagramme 20 montre le fonctionnement du même relais lorsque son voisin est excité en direction inverse. On constate d'emblée que le retardement diminue à l'attraction et qu'il augmente au relâchement. Le diagramme 21 représente la situation inverse, dans laquelle les deux relais sont excités avec la même polarité.

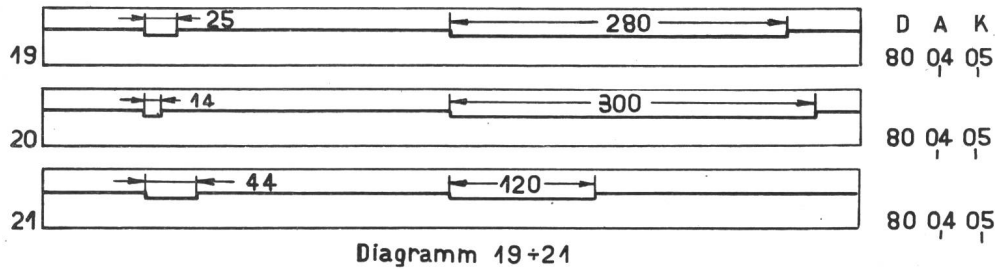


Diagramm 19+21

Das Zustandekommen dieses Effektes sei an Hand der Figur 22 kurz erläutert:

Le dessin n° 22 esquisse à grands traits comment on obtient théoriquement cet effet.

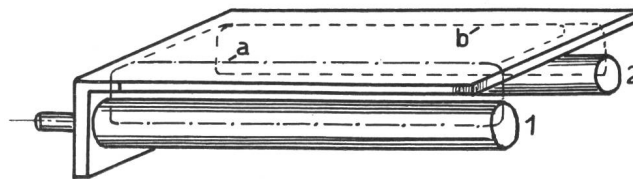


Fig. 22

Wenn Relais 1 allein erregt ist, so hat sein magnetischer Kreis den ganzen Querschnitt des Winkels zur Schliessung seines Feldes zur Verfügung, d. h. der magnetische Fluss verteilt sich über den ganzen Winkel; in Skizze 22 über die Wege a und b. Wird nun das Nebenrelais 2 mit gleicher Polarität erregt, so beansprucht dieses einen Teil des Querschnittes für sich. Somit bleibt für Relais 1 nur noch der Weg a, d. h. ein verengter Querschnitt. Dies bewirkt wiederum eine Vergrösserung des magnetischen Widerstandes R_m . Dadurch entsteht einerseits eine Verkleinerung der Zeitkonstante T ; die MMK_r klingt rascher an ihren Grenzwert an. Andererseits führt dies zur Vergrösserung von MMK_f , denn bei einem grösseren R_m ist eine grössere MMK nötig, um dem Totalgewicht der Kontakte das Gleichgewicht zu halten.

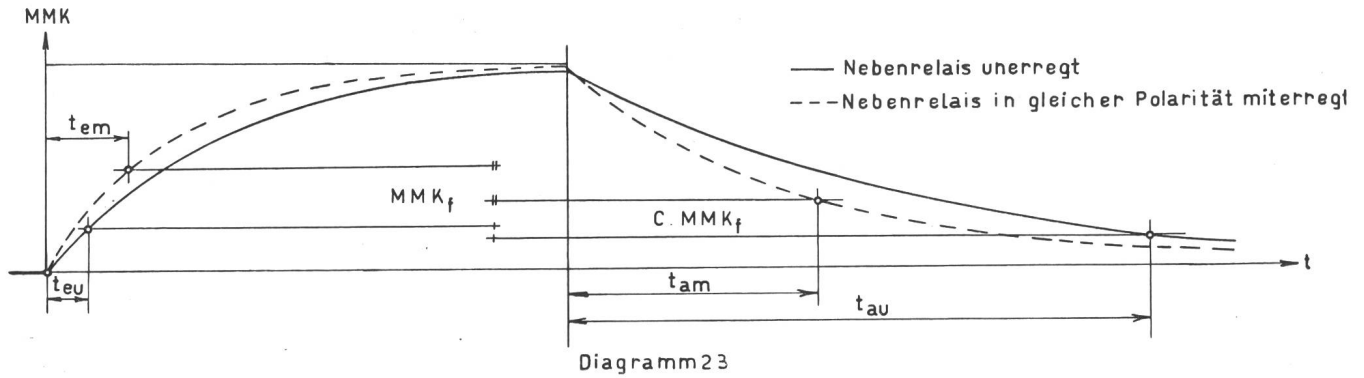
Si le relais 1 est seul excité, son circuit magnétique a toute la section de l'équerre à sa disposition pour se fermer, c'est-à-dire que le flux magnétique se répand sur toute l'équerre par les chemins a et b. Si le relais 2 est excité avec la même polarité, il utilise une partie de la section de l'équerre. Le relais 1 n'a plus alors que le chemin a à sa disposition, c'est-à-dire une section réduite, ce qui a pour conséquence d'augmenter la résistance magnétique R_m . Il en résulte d'une part une diminution de la constante de temps T du fait que F_{mm_r} atteint plus rapidement sa valeur limite, et d'autre part une augmentation de F_{mm_f} du fait qu'avec une plus grande R_m une plus grande F_{mm} est nécessaire pour maintenir en équilibre le poids total des contacts.

Les deux phénomènes:

1. la diminution de T (courbe plus rapide),
2. l'augmentation de F_{mm_f}

Beide Effekte: 1. Verkleinerung von T (= steilere Kurve),
 2. Vergrösserung von MMK_f
 wirken bei der Anzugverzögerung einander entgegen, so dass in diesem Fall der Einfluss nicht so deutlich zu erkennen ist. Bei der Abfallverzögerung dagegen unterstützen sich die beiden Veränderungen, weshalb im Diagramm 21 eine deutlich wahrnehmbare Verkürzung zu finden ist. Diagramm 23 bringt diese Veränderungen anschaulich zum Ausdruck.

agissent pour l'attraction différée en sens contraire de sorte que, dans ce cas, on ne peut pas très bien en constater les effets. Par contre, pour le relâchement différé, les deux modifications s'ajoutent de manière qu'on peut très bien distinguer la réduction sur le diagramme 21. Le diagramme 23 fait ressortir clairement ces modifications.



Wenn Nebenrelais 2 in umgekehrter Richtung magnetisiert ist, entstehen im Winkelquerschnitt nun zwei Kraftflüsse, die gegeneinander gerichtet sind und sich somit teilweise aufheben. Für den restlichen Fluss bleibt dann der volle Querschnitt zur Verfügung, was eine Verringerung des magnetischen Widerstandes R_m zur Folge hat. Im Gegensatz zum vorangehenden Fall bewirkt dies eine Vergrößerung der Zeitkonstante und eine Verkleinerung von MMK_f . Somit treten beim Relais 1 in analoger Weise die umgekehrten Verhältnisse auf; d. h. die Anzugverzögerung wird unwesentlich kleiner, die Abfallverzögerung steigt dagegen wesentlich an.

Nach diesen Überlegungen ist nun deutlich sichtbar, dass in einem bestimmten Stromkreis die Wahl der Relais, die nebeneinander arbeiten müssen, oft mit Schwierigkeiten verbunden ist. In der Praxis hilft man sich mit dem Umpolarisieren einer Wicklung.

Das letzte Diagramm 24 zeigt einen 25 periodigen Wechselstrom, dessen Verlauf als Maßstab für die Bestimmung der Anzug- und Abfallzeiten der aufgenommenen Diagramme verwendet werden kann.

$$1 \text{ Periode} = \frac{1}{25} \text{ Sekunde.}$$

$$\frac{1}{2} \text{ Periode} = \frac{1}{50} \text{ Sekunde} = \frac{20}{1000} \text{ Sekunden} = 20 \text{ msec.}$$

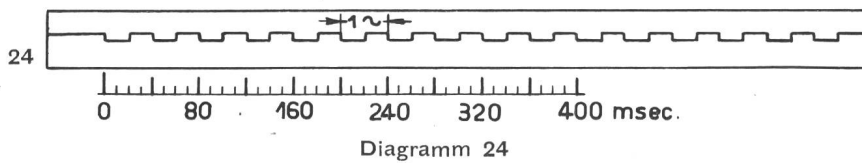
Lorsque le relais 2 est excité en direction inverse, il se produit dans la section de l'équerre deux flux de force opposés l'un à l'autre et s'annulant en partie. Toute la section est donc à disposition pour le reste du flux, ce qui a pour conséquence de diminuer la résistance magnétique R_m . Au contraire du cas précédent, il s'ensuit une augmentation de la constante de temps et une diminution de F_{mmf} . Il se produit alors d'une manière analogue des phénomènes inverses dans le relais 1, c'est-à-dire que le retardement à l'attraction diminue imperceptiblement et qu'il augmente par contre considérablement au relâchement.

On voit donc clairement, d'après ce qui précède, que le choix des relais qui, dans un circuit donné, doivent travailler l'un à côté de l'autre, offre une certaine difficulté, qu'on tourne en pratique en changeant la polarité d'un des enroulements.

Le dernier diagramme, n° 24, enregistré au moyen d'un courant alternatif à 25 périodes sert de base pour déterminer les temps d'attraction et de relâchement des diagrammes établis.

$$1 \text{ période} = \frac{1}{25} \text{ seconde;}$$

$$\frac{1}{2} \text{ période} = \frac{1}{50} \text{ seconde} = \frac{20}{1000} \text{ seconde} = 20 \text{ msec.}$$



Möge diese Abhandlung das Verständnis für eine sorgfältige Relais-Justierung erweitern und in den auseinandergehenden Ansichten über verzögerte Relais Klarheit schaffen.

Puisse cet exposé faciliter la compréhension de ce que doit être un réglage de relais soigné et concilier les différents points de vue exprimés au sujet des relais à action différée.