

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 56 (1965)  
**Heft:** 8  
  
**Artikel:** Turbine-Pompe "Isogyre"  
**Autor:** Lieber, J.H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916358>

### **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:** 20.02.2026

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

Es ist bereits in einem früheren Abschnitt darauf hingewiesen worden, dass die Zählerstand-Fernübertragung nur eingeleitet wird, wenn die Tfh-Verbindung nicht durch ein Telefongespräch belegt ist. Im Besetztfall erfolgt eine Speicherung der Befehle, wobei gleichzeitig ein Zeitorgan startet, das nach Ablauf einer gewissen Zeitspanne die Zentralstelle auf das Anstehen von Befehlen aufmerksam macht. Diese kann in die bestehende Verbindung eintreten und die Gesprächspartner zum Auflegen auffordern oder durch Tastendruck die Übertragung erzwingen.

#### 2.4 Übertragungskanäle

Wie bereits erwähnt, wird die Schaltanlage Koblenz vom Kraftwerk Gösgen aus über eine Tfh-Verbindung fernbedient. Die zu diesem Zweck aus dem Unterwerk nach der Zentralstelle zu übertragenden Informationen, darunter auch ein Dauerfernmesskanal zur Regulierung der Übergabeleistung, belegen das für Fernwirkzwecke zur Verfügung stehende Frequenzband vollständig. Die Erstellung einer weiteren Tfh-Verbindung zur Übertragung der für die Zählerstand-Fernmeldung notwendigen zusätzlichen Informationen schied der Kostenfrage wegen aus und hätte auch infolge der praktisch lückenlosen Belegung des für Tfh-Verbindungen in Frage kommenden Hochfrequenzbandes kaum realisiert werden können.

Die Lösung, den Telefoniekanal kurzzeitig für die Übertragung der Zählerstände zu benutzen, bringt den Vorteil mit sich, dass innerhalb des von 300...2000 Hz reichenden Bandes dem Übertragungskanal praktisch keine Beschränkung in bezug auf Bandbreite und damit Tastgeschwindigkeit auferlegt werden muss. Zudem kann die sonst dem Sprachsignal zur Verfügung stehende grössere Modulationstiefe voll dem Übertragungssignal zugewendet werden, was einer Verbesserung des Verhältnisses Nutz- zu Störsignal am Empfangsort gleichkommt.

Das System benützt zur Übertragung einen Zweilagen-Frequenzumtastkanal unter ausschliesslicher Verwendung von Halbleitern. Jeder der beiden Impulslagen ist eine diskrete Frequenz zugeordnet. Die maximale Tastgeschwindigkeit beträgt 60 Baud, während im praktischen Betrieb nur 50 Baud erforderlich sind. Ausser diesem, gegen äussere Störeinflüsse unempfindlichen Frequency-Shiftkanal wird zur weiteren Sicherung der Nachrichtenübertragung der sog. Ziffernsicherheitscode angewendet. Dieser unterscheidet sich gegenüber dem üblichen CCITT-Code Nr. 2 insofern, als für die Übertragung der Ziffern (Zahlen) das Fernschreibzeichen immer als eine «3 von 5»-Kombination gesendet wird. Übertragungsstörungen, die das Fernschreibzeichen in

Bezug auf seine Wertigkeit ändern, führen dazu, dass an Stelle einer Ziffer ein anderes, nicht mit einer Ziffer verwechselbares Zeichen, wie ?, =, /, usw., ausgeschrieben wird. Wenn sich auch Übertragungsfehler nicht vermeiden lassen, so wird auf diese Weise doch verhindert, dass unbemerkt falsche Zahlen ausgegeben werden.

#### 3. Ausblick

Die übermittelten Daten werden im gegenwärtigen Zeitpunkt durch den Blattschreiber der Zentralstelle niedergeschrieben. Die Ermittlung des stündlichen Vorschubes wird im Kraftwerk vorgenommen und für die laufende Kontrolle des Regulierprogrammes benötigt. Der Streifen des abgelauenen Tages wird am folgenden Morgen der Betriebsleitung zugestellt. Es ist ohne weiteres möglich, diese Daten zusätzlich auf einem Lochstreifen festzuhalten und einem geeigneten Auswertegerät einzugeben. Auch eine direkte Übertragung in das Verwaltungszentrum, wo die Informationen an eine Datenverarbeitungsmaschine abgegeben werden, kann in Frage kommen. Es wird auch daran gedacht, nach den auf diese Art übermittelten Werten die Abrechnung zu erstellen, wobei die amtlich geprüften Energiezähler des Unterwerkes über grössere Abstände zur Kontrolle herangezogen werden.

Die Übertragung des Zählerstandes erfordert, solange die Auswertung der Daten manuell erfolgt, höheren Zeitaufwand gegenüber einer Übermittlung nur des Vorschubes. Hingegen ist bei Übertragungsstörungen eine wiederholte Abfrage des gleichen Zählerstandes möglich. Bei einer Entleerung der Speicher nach jeder Abfrage, und damit der Übertragung des Vorschubes, ist auf der Empfangsseite eine sofortige und automatische Feststellung der einwandfreien Übertragung durch eine umfangreichere Kontrolleinrichtung unumgänglich. Damit ein Informationsverlust verhindert wird, darf erst nach Durchgabe einer entsprechenden Meldung an das Unterwerk der Speicher geleert werden. Eine Übertragung des stündlichen Vorschubes verursacht anderseits wieder Mehraufwand zur Ermittlung des Tarif- und Gesamtvorschubes über 24 h. Die Speicher im Unterwerk sind so ausgelegt, dass nach Hinzufügen eines weiteren Schaltelementes auch diese Art der Übertragung ermöglicht werden könnte.

Seit der Inbetriebsetzung der Zählerstand-Fernübertragung erfolgt der periodische Besuch des Unterwerkes nur noch alle Monate, und die lokale Zählerablesung wird vorläufig noch am Ende jedes Kalendermonates vorgenommen.

#### Adresse des Autors:

P. Bernhardsgrütter, Elektrotechniker, Aare-Tessin AG, 4600 Olten.

## Turbine-Pompe «Isogyre»

Conférence, donnée à l'Assemblée de discussion de l'ASE le 11 novembre 1964 à Zurich,  
par J. H. Lieber, Genève

#### 1. Préambule

L'intérêt croissant suscité au cours de ces dernières années dans presque tous les pays à fort développement industriel et en Suisse également pour les installations énergétiques hydro-électrique à cycle complet de turbinage et de pompage est bien la preuve évidente de l'importance que

va prendre, on peut même dire que prend, ce type d'installations.

Les premières centrales à accumulation artificielle furent tout naturellement réalisées au moyen de groupes indépendants turbine-alternateur et moteur-pompe. On vit apparaître ensuite des installations équipées de groupes ternaires tur-

621.224.7

bine-alternateur moteur-pompe et la centrale bien connue de Vianden est un bon exemple de ce que l'on peut réaliser au moyen de tels groupes. Enfin les constructeurs de turbines et de pompes s'efforcèrent de réaliser des turbines-pompes ou des pompes-turbines réversibles, les groupes étant alors du type binaire. C'est une solution élégante et compacte, mais non exempte d'inconvénients techniques sur lesquels nous aurons à revenir par la suite.

Je vous parlerai maintenant de la solution imaginée par Charmilles, la turbine-pompe «Isogyre» à sens de rotation unique.

Les conditions que nous nous étions fixées lorsque nous avons entrepris l'étude d'une turbine-pompe Charmilles ont été les suivantes:

a) Pouvoir passer très rapidement de la marche en turbine à la marche en pompe, et réciproquement de la marche en pompe à la marche en turbine, et cela quelque soit l'état initial de fonctionnement, y compris l'arrêt ou la marche en compensateur synchrone;

b) Atteindre, au moyen d'une machine unique, des performances de rendement presque équivalentes celles que l'on obtient actuellement uniquement en faisant appel à deux machines indépendantes, une pompe et une turbine;

c) Réaliser une machine compacte et moins onéreuse qu'en faisant appel à une pompe et une turbine indépendantes l'une de l'autre.

## 2. Description de la turbine-pompe «Isogyre»

La turbine-pompe «Isogyre» (fig. 1) est caractérisée par le fait qu'elle comporte une bêche spirale unique dans laquelle tourne un double rotor composé d'une roue de pompe et d'une roue de turbine; les aubages sont disposés de façon telle que le sens de rotation soit le même que la machine fonctionne en turbine ou en pompe.

Deux coudes fixés aux fonds de la machine permettent l'un d'évacuer l'eau sortant de la roue de la turbine, l'autre une adduction correcte de l'eau à l'entrée de la roue de la pompe. L'arbre supportant le rotor double traverse les deux coudes en question, des dispositifs d'étanchéité classiques évitant les sorties d'eau vers l'extérieur. Un palier porteur et de butée à double effet est disposé ici sur l'un des coudes, du côté opposé à l'accouplement de la machine électrique.

La bêche unique comporte à l'intérieur un double anneau d'entretoises, l'un de ceux-ci, de préférence celui de la turbine, étant dessiné de façon tout à fait particulière afin d'obtenir un renversement de la composante tangentielle de l'écoulement imposé par la bêche; c'est cette particularité qui autorise la réalisation du sens de rotation unique, que la machine fonctionne en turbine ou qu'elle fonctionne en pompe.

Du côté turbine, on trouve un distributeur mobile classique à l'amont de la roue, qui normalement sera actionné par un régulateur de vitesse de qualité. Les aubes directrices sont du type à plateau avec joints d'étanchéité, disposition permettant de supprimer pratiquement les écoulements parasites entre les joues des aubes directrices et les fonds, écoulements qui, comme vous le savez, provoquent des pertes de rendement notables, tout particulièrement dans les turbines Francis à vitesse spécifique modérée et travaillant sous chute élevée.

L'«Isogyre» est équipée en outre de deux vannes-fourreaux autoclaves intégrées, à commande à eau, disposées

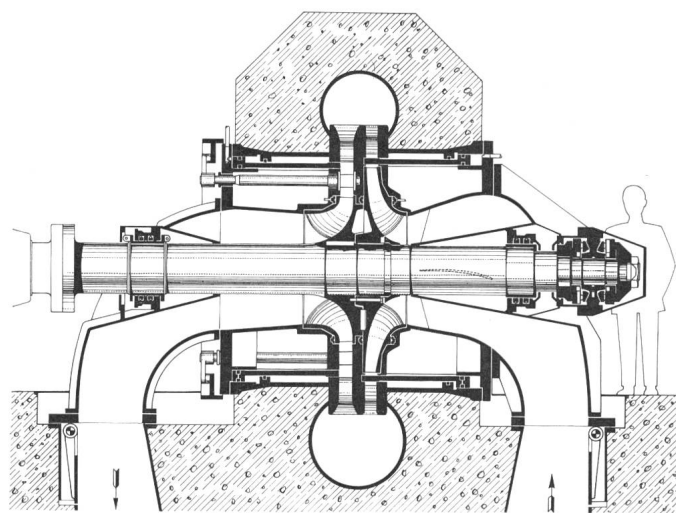


Fig. 1  
Coupe schématique de la turbine-pompe «Isogyre»

entre la périphérie de chaque roue et le diffuseur fixe côté pompe d'une part, l'anneau d'entretoises côté turbine d'autre part. Leur fonction est d'isoler de la bêche, toujours sous pression, la roue qui ne travaille pas (par exemple la roue de la pompe lors de la marche en turbine); on peut alors dénoyer la roue hors service et limiter ainsi à une valeur raisonnable les pertes résiduelles dues à la rotation de cette roue dans l'air.

Les vannes-fourreaux sont de véritables vannes de sécurité; comme dit plus haut, elles sont autoclaves, rigoureusement étanches et la coupure du débit s'opère sans vibrations; elles comportent le minimum de pièces mobiles, le fourreau lui-même, et aucun embiellage, car les chambres annulaires de commande sont disposées directement dans les fonds de la turbine-pompe.

Nous avons particulièrement soigné les joints hydrauliques du rotor, qui sont au nombre de trois, de façon à contrôler efficacement la quantité d'eau de fuite; les joints restent arrosés pour éviter tout échauffement dangereux des anneaux du rotor, mais les pertes sont notablement réduites par rapport à une exécution classique.

Nous pouvons dire que la turbine-pompe «Isogyre» fait appel à un ensemble de dispositifs connus et éprouvés, la seule novation portant sur le renversement de l'écoulement entre la bêche et la roue, ici de la turbine. Nous avons procédé bien entendu à des essais de laboratoire pour chiffrer les pertes additionnelles provoquées par cet anneau d'entretoises particulier. Les résultats nous ont montré que ces pertes restent faibles, même à pleine charge, et restent inférieures à la valeur d'un demi-pour-cent du rendement de la turbine au cœur de la colline.

## 3. Les caractéristiques de la turbine-pompe «Isogyre»

### 3.1 Sens de rotation unique

Du fait de l'absence d'inversion du sens de rotation, on supprime toutes les opérations rendues nécessaires pour les groupes réversibles au freinage et à l'arrêt du groupe, puis au démarrage en sens inverse et à l'accélération de celui-ci. Il en résulte un passage extrêmement rapide de la marche en pompe à la marche en turbine ou vice-versa. Une fois le démarrage effectué, toujours en turbine, et de façon tout à

fait classique, le groupe reste couplé sur le réseau en permanence. Les manœuvres à effectuer pour passer d'un mode de fonctionnement à un autre, quel qu'il soit, sont extrêmement simplifiées et se résument à la fermeture et l'ouverture des vannes-fourreaux et au dénoyage et renoyage des roues. Finalement, ce qui limite la vitesse de passage d'un mode de fonctionnement à un autre c'est le temps de lancer des masses hydrauliques du conduit afin de ne pas dépasser les surpressions admissibles. Du même coup toute la partie électrique de l'installation se simplifie au maximum, l'alternateur est tout à fait classique et sans aucune complication additionnelle, l'appareillage électrique est des plus simples puisqu'il est libéré des complications inhérentes au lancement de la pompe.

### 3.2 Une vraie roue de pompe et une vraie roue de turbine

Nous avons vu que le rotor de l'«Isogyre» est constitué par deux roues accolées, l'une pour la turbine, l'autre pour la pompe. De ce fait chaque roue est calculée rigoureusement pour les caractéristiques choisies et les performances de rendement de chacune d'elles sont les meilleures réalisables. De plus nous pouvons choisir des caractéristiques assez différentes pour la pompe par rapport à celles de la turbine ce qui nous donne une grande souplesse dans le choix de la machine pour répondre au mieux aux problèmes du maître de l'œuvre.

En effet si dans la majorité des cas le réservoir supérieur et le réservoir inférieur sont les mêmes pour le turbinage et le pompage, c'est-à-dire que la chute en turbine et la hauteur de refoulement en pompe sont les mêmes, avec toutefois une soustraction ou une addition des pertes de charge dans la conduite, les puissances, ou encore les débits, sont généralement différents, la marche en turbinage de pointe étant plus limitée en temps que la marche en pompage avec de l'énergie à bas prix. On voit donc tout l'intérêt que représente la possibilité de définir les roues de la turbine et de la pompe pour des régimes d'exploitation notablement différents.

### 3.3 Deux machines en une seule

L'encombrement de l'«Isogyre» est relativement réduit et, comme corollaire, son prix est relativement avantageux. Les vannes-fourreaux intégrées constituent un élément de sécurité appréciable qui libère le maître de l'œuvre de la sujétion de prévoir une ou des vannes de service côté haute pression de la ou des machines hydrauliques, vannes qu'il faut placer à proximité immédiate de celles-ci. Avec l'«Isogyre» on se contentera d'une simple vanne de garde qui pourra être logée à l'emplacement le moins gênant, même assez loin de la machine. De même, côté basse pression, une simple vanne de sectionnement sera disposée à l'endroit le plus propice.

### 3.4 Turbine avec distributeur mobile

Le distributeur mobile est tout à fait classique. Ceci autorise l'usage d'un régulateur automatique de vitesse complet et donc un réglage de qualité. Nous estimons qu'en égard à l'utilisation quasi totale de ces groupes pour fournir de l'énergie de pointe, la présence d'un régulateur automatique de qualité est indispensable.

### 3.5 Pompe avec anneau diffuseur à ailettes fixes

De par sa construction rigide, cet anneau de diffuseur à ailettes fixes est le moins sujet à vibrations et nous attachons un grand prix à cette particularité.

### 3.6 Disposition verticale ou horizontale (fig. 2)

L'«Isogyre» peut s'adapter au mieux aux dispositions du génie civil. Nous pensons que pour des puissances importantes, la disposition verticale est à recommander.

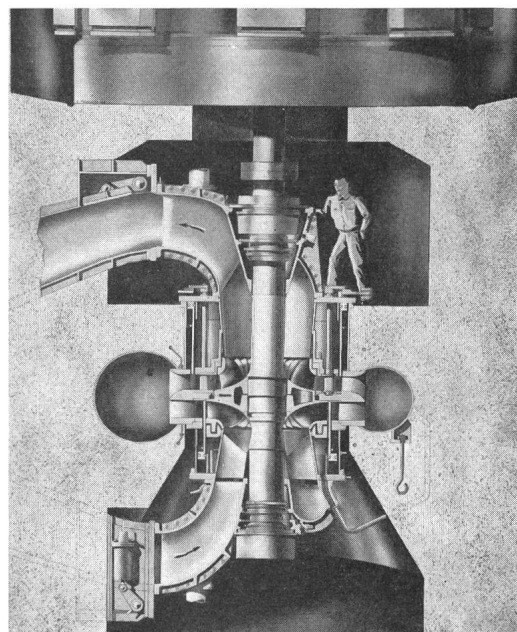


Fig. 2

Disposition verticale d'une turbine-pompe «Isogyre»

## 4. Comparaison avec le groupe ternaire

### 4.1 Sens de rotation unique

Pour le groupe ternaire il n'y a pas de différence appréciable de principe au point de vue exploitation. Le sens de rotation est également unique. Cependant, dès que la puissance est quelque peu élevée, la pompe est débrayable ce qui implique soit un arrêt du groupe pour passer du turbinage au pompage (cas du pompage saisonnier), soit la présence de dispositifs encombrants et très coûteux si l'on veut pouvoir réaliser l'embrayage et le débrayage en marche (coupleur, turbine de lancement de la pompe ou moteur auxiliaire de lancement, etc.). Pratiquement la chaîne de fonctionnement automatique d'un groupe ternaire est fort complexe.

### 4.2 Une vraie pompe et une vraie turbine

Il n'y a pas de différence puisque le groupe ternaire comprend deux machines hydrauliques distinctes. Les performances de rendements sont équivalentes à celles de l'«Isogyre», avec une pénalisation pour celles de cette dernière du fait essentiellement de la ventilation de la roue de la pompe hors service qui tourne dans l'air atmosphérique lors de la marche en turbine (nous évaluons cette pénalisation à une valeur de l'ordre de 1 % de rendement).



#### 4.3 Deux machines en une seule

Le groupe ternaire, composé d'une turbine, d'un alternateur-moteur et d'une pompe, avec en plus pour les groupes importants un embrayage automatique et une turbine de lancement, est extrêmement long et encombrant. Sa ligne d'arbre comprend un grand nombre de paliers, son réglage est délicat. Il nécessite de nombreuses tubulures d'adduction et un nombre de vannes indépendantes important.

#### 4.4 Turbine avec distributeur mobile

Il n'y a pas de différence de principe pour le groupe ternaire. Cependant le cycle de passage d'un mode de fonctionnement à un autre est assez long, du fait de la nécessité, par exemple pour le passage en pompe, de lancer cette dernière par la turbine auxiliaire ou le moteur de lancement, puis de l'accoupler à l'alternateur-moteur.

#### 4.5 Pompe avec anneau diffuseur à ailettes fixes

Aucune différence, même qualité.

#### 4.6 Disposition horizontale ou verticale

Pour de grosses unités, la disposition verticale est pratiquement exclue du fait de la longueur excessive du groupe. Cet inconvénient est loin d'être négligeable, surtout pour les centrales importantes en caverne, cas très fréquent des installations de turbinage-pompage pour lesquelles, nous semble-t-il, la disposition verticale est plus économique du point de vue du génie civil.

### 5. Comparaison avec le groupe réversible

#### 5.1 Sens de rotation

Avec la turbine-pompe réversible, puisqu'il y a une roue unique, l'inversion du sens de rotation est indispensable pour passer de la marche en pompe à la marche en turbine ou vice-versa. Il faut de ce fait obligatoirement passer par l'arrêt. Le groupe ne peut évidemment pas être démarré en pompe par le moyen de la turbine. Il faut alors utiliser le moteur-alternateur pour le démarrage, moyennant des astuces électriques qui ne sont pas gratuites, ou faire appel à une machine auxiliaire, soit un moteur de lancement, soit une turbine de lancement. L'appareillage électrique se complique, la chaîne d'automatisme également, et finalement le temps de mise en action s'allonge.

#### 5.2 Roue de turbine et roue de pompe

Dans la turbine-pompe réversible, la roue est unique et doit remplir les deux fonctions de turbinage et de pompage. Les critères de dimensionnement de la roue, pour une turbine ou pour une pompe, étant assez différents, le constructeur doit choisir un tracé d'aubage de compromis, de façon à répondre au mieux aux conditions de fonctionnement en turbine et en pompe; malgré toute la science du meilleur constructeur, ce compromis ne peut être que moins bon et les performances de rendement effectives, pour les conditions d'utilisation industrielles de la roue, sont moins bonnes que si l'on peut librement tracer le meilleur aubage pour la roue de la turbine et le meilleur aubage pour la roue de la pompe. De plus il y a interdépendance étroite entre les caractéristiques de la machine pour la marche en turbine et

en pompe du fait de la roue unique, ce qui limite grandement les possibilités de différenciation des caractéristiques de l'installation entre le turbinage et le pompage.

#### 5.3 Deux machines en une seule

La turbine-pompe réversible est une machine très compacte et, à la base, de conception simple. Elle offre le maximum d'avantages à ce sujet et elle est relativement peu coûteuse.

#### 5.4 Turbine avec distributeur mobile

Il est grandement souhaitable pour ne pas dire nécessaire, pour les unités de quelque importance, de disposer d'un distributeur mobile et de le commander par un régulateur de vitesse, mais alors le danger existe, lors de la marche en pompe de la machine réversible, de voir tout l'appareil distributeur soumis à des vibrations inadmissibles, voire dangereuses. Il faut alors prévoir une construction spéciale du distributeur, avec blocage individuel des aubes directrices, ou mise sous tension positive de tout le distributeur. Ces dispositifs sont compliqués et coûteux.

#### 5.5 Pompe avec anneau-diffuseur à ailettes fixes

Si l'on veut munir la machine réversible d'un anneau-diffuseur à ailettes fixes, afin de supprimer l'inconvénient mentionné au point précédent, ce que l'on pourrait par exemple réaliser sur une unité de puissance plutôt modeste, on supprime alors la possibilité de régler la marche en turbine; le démarrage en turbine, qui intervient dès l'ouverture de la vanne côté haute pression, se fait alors de façon extrêmement brutale, ce qui est peu recommandable.

#### 5.6 Disposition horizontale ou verticale

La machine réversible étant la plus compacte des turbines-pompes offre les meilleures conditions d'adaptation à tous les cas posés par le génie civil.

### 6. Schéma bloc de fonctionnement du groupe «Isogyre»

(fig. 3)

La suite des opérations est extrêmement simple. On commence toujours par démarrer le groupe en turbine et on le

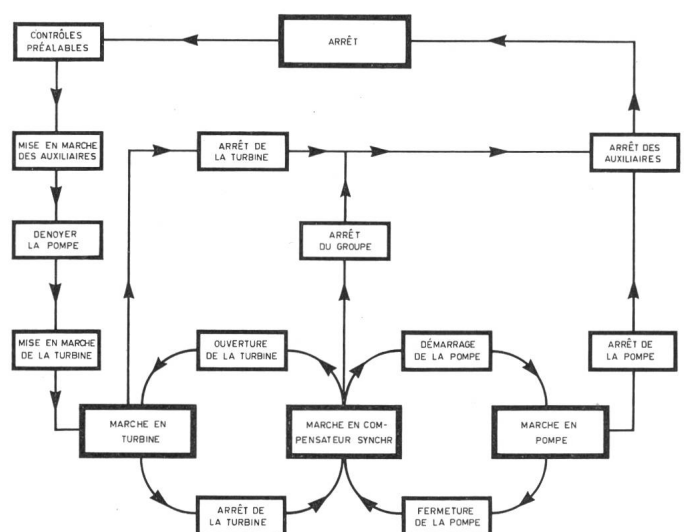


Fig. 3

Représentation graphique simplifiée de la suite des opérations de changement d'état de marche

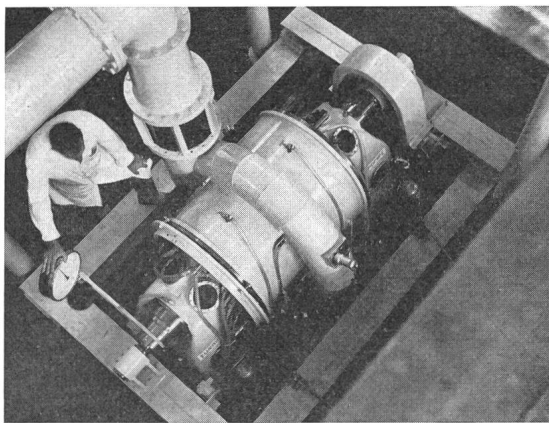


Fig. 4

Modèle de démonstration en laboratoire d'une turbine-pompe «Isogyre»

couple tout à fait normalement sur le réseau. Il ne s'agit plus ensuite que de manœuvrer les vannes-fourreaux côté turbine et côté pompe et de dénoyer et renouer la roue de la turbine et la roue de la pompe, sans plus effectuer aucune manœuvre d'ordre électrique.

Nous avons construit un modèle de démonstration (fig. 4) dans nos laboratoires permettant de juger de la simplicité de ces opérations et de la facilité déconcertante avec laquelle on passe d'un mode de fonctionnement à un autre sur ce modèle; un seul opérateur agissant manuellement depuis le pupitre de commande sur un jeu de robinets n'a besoin que de 20 à 25 s pour effectuer le passage d'un état à un autre. Bien entendu, et comme je l'ai déjà dit plus haut, pour une installation industrielle, il faut tenir compte en outre du temps nécessaire à freiner la masse d'eau de la conduite puis à l'accélérer en sens inverse afin d'éviter des surpressions inacceptables.

## 7. Conclusions

On voit ainsi, par l'ensemble de cette comparaison, que le groupe «Isogyre» se présente de manière très favorable; il bénéficie, à très peu près, des excellentes performances du groupe ternaire. Il a les mêmes qualités d'adaptation aux conditions de l'installation, fréquemment différentes pour la marche en turbine et pour la marche en pompe; de plus il est beaucoup moins encombrant que le groupe ternaire et s'adapte bien mieux aux impératifs du génie civil que la disposition souhaitée soit verticale ou horizontale. Enfin la

chaîne d'automatisme est bien plus simple et l'«Isogyre» ne réclame pas de dispositifs auxiliaires encombrants et coûteux, la rapidité d'action est la meilleure. Le groupe réversible quant à lui ne lui est supérieur que sur la question de l'encombrement.

Reste la question du prix qui intéresse bien évidemment les exploitants au tout premier chef pour pouvoir chiffrer les avantages et les inconvénients des diverses solutions possibles. Si l'on tient compte de l'ensemble machines hydrauliques — machine électrique — transformateur — appareillage et chaîne d'automatisme, le groupe ternaire est de loin le plus coûteux. Puis vient le groupe «Isogyre» et enfin le moins coûteux, mais d'assez peu, le groupe réversible. Il est peut-être encore prématuré de tirer des conclusions définitives sur ce point, car le nombre de cas traités à ce jour dans cette comparaison de prix est encore trop limité. Mais vraisemblablement, si l'on tient encore compte du coût du génie civil de la centrale, la différence de prix s'accuse encore entre le groupe ternaire et les deux autres solutions, groupe «Isogyre» et groupe réversible, qui restent proches l'une de l'autre.

Comme toujours en technique, un seul type de machine ne fournit jamais une solution universelle aux problèmes posés. Il en est de même de la turbine-pompe «Isogyre» dont le domaine d'utilisation s'applique actuellement, nous semble-t-il, à des chutes comprises entre 130 m et 400 m environ. Mais dans ce domaine déjà très large, cette machine est très intéressante, car un groupe «Isogyre», tout en ayant des performances comparables à celles d'un groupe ternaire, est moins encombrant et meilleur marché. Mais en plus il est beaucoup plus simple à exploiter qu'aucun autre type, groupe ternaire ou groupe réversible. Il offre des qualités de rapidité de mise en action inégalées et c'est pourquoi nous pensons que son avenir est assuré.

Nous tenons à remercier ici très sincèrement la Société Hydroélectrique de la Maggia qui, sur la base de nos travaux, nous a commandé une turbine-pompe «Isogyre» de 10 000 kW sous une différence de niveau de 400 m pour sa nouvelle centrale de Robiei et nous nous réjouissons de pouvoir, grâce à la Maggia et avec son appui, vérifier sur une machine industrielle déjà importante nos prévisions et nos calculs.

## Adresse de l'auteur:

M. J. H. Lieber, ingénieur diplômé EPUL, Charmilles S. A., 1200 Genève.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Über die Leerlaufspannung von Schweißströmtransformatoren für Handschweißung

621.314.21 : 621.791.7 : 621.3.012.4

Schon seit einigen Jahren diskutiert die Fachwelt über die zulässige maximale Leerlaufspannung von Schweißströmtransformatoren. In der Schweiz ist diese Spannung auf 120 V festgelegt, die Herabsetzung dieser Grenze scheint jedoch notwendig zu sein.

An der Sitzung des Fachkollegiums (FK) 26, Elektroschweißung, des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees, am 12. November 1964, wurde nun die Frage aufgeworfen, ob eine Anpassung der Regeln für Lichtbogen-Schweißströmtransformatoren (Publ. 191 des SEV), betreffend die maximal zulässige Leerlaufspannung von bisher 120 auf 70 V, notwendig ist. Als Ergebnis

der Diskussion wurde beschlossen, momentan keine Änderung durchzuführen, sondern die diesbezüglichen internationalen Empfehlungen abzuwarten.

Um das Problem beurteilen zu können, muss man sich gegenwärtigen, was innerhalb des Comité d'Etudes (CE) 26, Soudage électrique, der Commission Electrotechnique Internationale (CEI) bisher in dieser Angelegenheit unternommen wurde:

In einem Entwurf einer Empfehlung der CEI über Sicherheitsmassnahmen für Lichtbogen-Schweissmaschinen im Jahr 1963 wurden keine definitiven Leerlaufspannungswerte empfohlen; es wurde lediglich bemerkt, dass diese «so tief wie möglich sein sollen». Gegen diese Formulierung erhoben verschiedene Nationalkomitees Einsprache und empfahlen für die Leerlaufspannung folgende Maximalwerte: