



UNITED NATIONS  
CONFERENCE  
ON NEW SOURCES  
OF ENERGY

CONFÉRENCE  
DES NATIONS UNIES  
SUR LES SOURCES NOUVELLES  
D'ÉNERGIE

Distr.  
LIMITED

E/CONF.35/G/64/SUMMARY  
12 May 1961  
ENGLISH/FRENCH  
ORIGINAL: ENGLISH

SOLAR ENERGY, WIND POWER AND GEOTHERMAL ENERGY

ÉNERGIE SOLAIRE, ÉNERGIE ÉOLIENNE ET ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

Agenda item/Point de l'ordre du jour:

II.A.2.(b) -

Harnessing of geothermal energy and geothermal electricity production -  
Utilization of geothermal energy for power generation

Exploitation de l'énergie géothermique et production d'électricité  
au moyen de l'énergie géothermique -  
Utilisation de l'énergie géothermique pour la production  
d'électricité

PROGRESS REALIZED IN INSTALLATIONS WITH ENDOGENOUS  
STEAM TURBINE-GENERATOR UNITS WITHOUT CONDENSER

By A. SAPORITI, Dr., Ing.  
Steam Turbine Design Department,  
Ansaldo-Meccanico, Genoa, Italy

PROGRES REALISES DANS LES INSTALLATIONS  
AVEC GROUPES TURBO-ALTERNATEURS  
SANS CONDENSEUR ALIMENTES EN VAPEUR NATURELLE

Par A. SAPORITI, Docteur ès sciences, Ingénieur  
Bureau des études et projets de turbines à vapeur  
à la Société Ansaldo-Meccanico, Gênes, Italie

PAPERS HAVE BEEN CONTRIBUTED TO THE UNITED NATIONS CONFERENCE ON NEW SOURCES OF ENERGY BY INVITATION AND ARE FOR DISTRIBUTION AS WORKING PAPERS FOR THAT CONFERENCE. THEY ARE PUBLISHED AS PRESENTED BY THE AUTHORS, AND THE CONTENTS AND THE VIEWS EXPRESSED ARE THOSE OF THE AUTHORS.

(See notes overleaf)

LES AUTEURS ONT PRÉSENTÉ SUR INVITATION À LA CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES NOUVELLES D'ÉNERGIE DES MÉMOIRES QUI SERONT DISTRIBUÉS COMME DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA CONFÉRENCE. CES MÉMOIRES SONT PUBLIÉS TELS QUE LES AUTEURS LES ONT RÉDIGÉS ET LES VUES QU'ILS CONTIENNENT SONT CELLES DES AUTEURS.

(Voir notes au verso)

## NOTES

1. The working languages of the Conference are English and French. All papers contributed are reproduced in one or other of these two languages. Where a paper has been reproduced in both working languages for the convenience of a rapporteur, both language versions are provided as part of the Conference documentation.

2. Where any paper has been contributed in one of the official languages of the UN other than English or French, then it has been made available to the conference in that language. A translation of such papers in either English or French (according to the request of the relevant rapporteur) is provided.

3. Summaries of all papers, as presented by the authors, will be available in both working languages—English and French. Summaries will not include diagrams and photographs and should be read in conjunction with the paper proper, which will bear the same reference number as the summary.

4. Papers and summaries will not be generally available for distribution to other than participants and contributors to the Conference until after the Conference, under publication arrangements to be announced.

1. Les langues de travail de la Conférence sont l'anglais et le français. Tous les mémoires présentés sont reproduits dans l'une ou l'autre de ces deux langues. Lorsqu'un mémoire est reproduit dans les deux langues de travail sur la demande d'un rapporteur, la version anglaise et la version française du mémoire font toutes deux parties de la documentation de la Conférence.

2. Lorsqu'un mémoire est présenté dans une langue officielle de l'ONU autre que l'anglais ou le français, il est publié dans cette langue. Les mémoires appartenant à cette catégorie sont en outre publiés en traduction anglaise ou française (selon la demande du rapporteur chargé du sujet considéré).

3. Des résumés de tous les mémoires, établis par les auteurs eux-mêmes, seront publiés dans les deux langues de travail: anglais et français. Les résumés ne contiendront ni diagrammes ni photographies, et il conviendra de les rapprocher du mémoire lui-même, qui portera le même numéro de référence que le résumé.

4. Les mémoires et les résumés ne pourront en général être distribués à des personnes autres que les participants et les auteurs qu'après la Conférence et selon des modalités de publication qui seront annoncées ultérieurement.

PROGRESS REALIZED IN INSTALLATIONS WITH ENDOGENOUS STEAM  
TURBINE-GENERATOR UNITS WITHOUT CONDENSER

A. Saporiti, Dr., Ing.  
Steam Turbine Design Department  
ANSALDO-MECCANICO, GENOA, ITALY

SUMMARY

The turbine-generator units without condenser are mainly used as temporary means of first utilization and in secondary plants.

These units are simple and of limited power. Both selection and use of materials capable of resisting erosion and corrosion can be made with security.

In order to attain the maximum advantage the following is required:

- a) Variety in the conditions of use by adoption of the largest possible elasticity in the technical particulars and
- b) Facility in transportation, layout, alignment, erection and operation.

Examples of monobloc turbine-generator units are presented in this report.

## 1. PREMISE

The long and wide experience gained in this particular field permits now of making a balanced synthesis for every aspect of the problem and work out the most suitable design for each particular case.

## 2. BASIC CHARACTERISTICS

The turbine-generator units are simple and not expensive. Their erection can be made promptly and their operation is quite easy.

They permit the extraction of the chemical substances mixed with the steam.

Their operation is satisfactory even if the steam contains great quantities of non-condensable gases.

The condensing turbine-generator units have opposite characteristics.

## 3. USE

Research and exploitation of natural steam phenomena are characterized by conditions of difficulty, uncertainty and precariousness, proper to the mining industry.

Consequently, the most advantageous utilization of the endogenous steam should, under favorable circumstances, be made by means of machines and equipment designed for that particular purpose.

Said machines and equipment should be capable of being promptly installed and show versatility in use, sturdiness and facility of operation and maintenance.

Also the possibility should exist of transferring this equipment to another district for the purpose of a new re-utilization with a minimum loss in the cost of the unrecoverable works.

Under these circumstances, the turbine-generator units are particularly called for carrying out the initial, experimental or secondary operation, during the expansion stage of the works for the exploitation of the geothermal fluids.

#### 4. OUTPUT RANGES

Present experience has limited the output range between (500) 1,000 kW and 5,000 (6,000) kW .

Lower outputs are not suitable from the industrial point of view.

Higher outputs require great flows of steam, which would not be utilized satisfactorily.

#### 5. MATERIAL SELECTION AND USE

Corrosion and erosion of natural steam are susceptible to changing according to the conditions determined by the cycle followed by the steam.

It is proposed to adopt a scale of growing chemical aggressivity consisting in five different conditions.

In the turbine-generator units without condenser the problem is not difficult, because only the first two degrees are found.

Experience and laboratory researches have confirmed the preference given to the chrome stainless steel, with the exception of copper and nickel and their alloys , should the steam contain hydrogen sulphide ( $H_2S$ ).

#### 6. VERSATILITY AND ELASTICITY OF USE

These qualities should be obtained by means of a good ef-

efficiency and by the most reduced possible variations in minus. These two conditions are very difficult to be obtained together, because whatsoever specialized machine capable of doing high performances, is generally little elastic; on the contrary, those machines of the so-called universal use have a lower efficiency.

It is now requested that the turbine be capable of working with steam having a pressure variable from 5 to 10 ata and temperatures preferably a little higher than the saturation temperature, and contemporarily delivering the rated output.

At pressures lower than the fixed limit there will, of course, be a delivery of reduced output.

At the high pressures, still included in the upper limit, the turbine shall continuously deliver the maximum output that the generator can give when it is overloaded and working with a power factor equal to 1.

Should the pressure rise somewhat above the upper limit, the turbine shall resist with security.

## 7. FACILITY AND RAPIDITY OF TRANSPORTATION AND ERECTION

These qualities should be obtained with the minimum possible expenditure of labor and means.

No skilled fitters for disassembly and alignment operations or for control of the accuracy of rotating parts, shall be required.

No permanent means of lifting proportional to the total weight shall be required, but only devices will be allowed, which are proportional to the weights of the turbine and generator rotors.

## 8. EXAMPLES OF TURBINE-GENERATOR UNITS

The first three units described here under have been manu-

factured by ANSALDO and are long since in operation in the power plant of Larderello.

These units symbolize successive stages of progress; they, therefore, possess in a different and incomplete measure, all characteristics so far described.

It is now possible to make a complete synthesis of the ideal units of the monobloc, transportable type.

#### 9. 900 + 1,250 kW - TURBINE-GENERATOR UNIT

Unit Assembly Drwg., Fig.1.

In consideration of the low output and because of the standard type generator which already existed on site, the solution has been preferred which contemplates the base-plate and incorporate lubricating oil reservoir.

For reasons of simplicity, the turbine of the action type mounted as a projecting part was adopted. The turbine shaft is directly coupled with the generator.

The secondary shaft operates the governing and lubricating oil pump, the overspeed trip governor and the centrifugal governor. An additional shaft is connected by an external transmission to the secondary shaft. Purpose of that additional shaft is to actuate the fan cooling the oil cooler.

The whole turbine-generator unit can easily be transported and installed fully assembled.

#### 10. 3,000 + 3,500 kW - TURBINE-GENERATOR UNIT

Assembly Drwg., Fig.2.

Cross-Section, Drwg., Fig.3.

Unit in the workshop, Fig.4.

Road Transportation, Fig.5.

Unit Erection on Site, Fig.6.

Artist's Conception of Assembly Operations, Fig.7.

The unit is of the tubular structure, monobloc type, realized by conglobation of the turbine shell with the generator casing. The lubricating oil reservoir and the fan-cooled oil cooler are separate.

The turbine is of the action type, mounted as a projecting part on the shaft.

The valve case is incorporate in the turbine shell. As a result, the maximum stiffness has been obtained for all conditions of transportation and erection; these operations are, therefore, facilitated and not dangerous at all.

The most suitable design would be that providing a turbine of the impulse and reaction type, capable of giving a better efficiency, and more suitable for the different steam conditions.

#### 11. 3,500 kW - TURBINE-GENERATOR UNIT

Unit Assembly Drwg., Fig.8.

Of the standard type at first, this unit has afterwards been modified in order to have the maximum elasticity in the characteristics of use by means of a wide variation of the action wheel control and of the number of couples of the reaction wheel.

#### 12. 5,000 ÷ 6,000 kW - TURBINE-GENERATOR UNIT

Unit Assembly Drwg., Fig.9.

This unit is of the monobloc, transportable type, with



an impulse and reaction turbine.

It possess all desirable characteristics already mentioned above.

### 13. CONCLUSION

Text and figures give an idea of the transformation and progress realized in the turbine-generator units without condenser for the utilization of the endogenous steam.

A comparison with the standard units and plants (foundation works and erection operations included) brings into evidence the economical advantages of this progress.

As far as the sole turbine-generator units are concerned, the diagram on Fig.10 shows the weights versus the output

The cost for each particular case can be obtained on the diagram by the average weighable unit cost quoted on the national market for the turbo-electric equipment.

- - -



PROGRES REALISES DANS LES INSTALLATIONS AVEC GROUPES  
TURBO-ALTERNATEURS SANS CONDENSEUR ALIMENTES EN VAPEUR NATURELLE

Par A. Saporiti, Docteur ès-sciences, Ingénieur,  
du Bureau des études et projets de turbines à vapeur à la  
Société Ansaldo-Meccanico, Gênes, Italie.

Résumé

Les groupes turbo-alternateurs sans condenseur ont été utilisés principalement à titre provisoire au début de l'exploitation et dans des installations secondaires.

Ces groupes sont simples et à faible puissance. Tant le choix des matériaux que leur emploi dans des conditions leur permettant de résister à l'érosion et à la corrosion peuvent donc se faire en toute sécurité.

Pour obtenir un maximum d'avantages, il faut:

- a) Disposer d'une ample variété de conditions d'emploi en choisissant des caractéristiques et des spécifications correspondant au maximum d'adaptabilité possible et,
- b) Compter sur une grande facilité de transport, de disposition, d'alignement, de montage et d'exploitation.

On présente, dans le texte du mémoire, des exemples de turbo-alternateurs, constitués par des groupes indépendants, qui réalisent parfaitement tous ces objectifs.

1. Hypothèses préliminaires. La grande expérience acquise dans ce domaine permet maintenant de faire une synthèse bien équilibrée de tous les aspects du problème et d'aboutir à la conception la plus convenable pour chaque cas d'espèce.

2. Caractéristiques de base. Les turbo-alternateurs sans condenseur sont simples et peu coûteux. Leur montage et leur mise en service se font rapidement et dans de bonnes conditions. Ils se prêtent à l'extraction des produits chimiques que contient la vapeur et fonctionnent parfaitement, même si cette vapeur contient de grosses quantités de gaz incondensables. En revanche, ces turbines utilisent mal l'énergie thermique de la vapeur.

Les turbo-alternateurs dotés de condenseurs ont des caractéristiques toutes différentes.

3. Utilisation. La recherche et l'exploitation de la vapeur naturelle soulèvent des difficultés et les données sont incertaines et aléatoires comme dans l'industrie minière.

En conséquence, dans les cas favorables, l'utilisation la plus avantageuse de la vapeur doit se faire avec des machines et des installations projetées et construites spécifiquement dans ce but.

Les machines et les installations en question doivent être d'une installation très rapide, très adaptables quant à leur emploi, robustes et ainsi que d'une exploitation et d'un entretien faciles.

Il doit être possible d'amener le matériel à une autre localité afin de le remettre en service avec des pertes aussi réduites que possible au titre des frais non récupérables.

Dans ces conditions, les turbo-alternateurs s'utilisent principalement au début d'une exploitation, à titre expérimental ou de groupe secondaire, pendant les phases de développement des travaux d'exploitation des fluides géothermiques.

4. Gamme de puissances. D'après l'expérience acquise jusqu'à présent, la gamme des puissances s'établit entre (500) 1000 kW et 5000 (6000) kW.

Les puissances inférieures à ces valeurs n'ont pas de valeur pratique industriellement parlant.

Les puissances supérieures exigent de gros débits de vapeur, qui seraient

mal utilisés.

5. Choix et emploi des matériaux. Les effets de la corrosion et de l'érosion dues à la vapeur naturelle varient dans des conditions déterminées par le cycle de la vapeur. On propose l'adoption d'une échelle d'agressivité chimique croissante constituée par 5 éléments différents.

Dans les turbines sans condenseur, le problème est assez facile à résoudre parce qu'on ne rencontre que les deux premières variétés d'agressivité. L'expérience et les recherches de laboratoire ont confirmé la validité de la préférence donnée aux aciers au chrome, à l'exclusion des aciers ou autres alliages au cuivre et au nickel, pour le cas où la vapeur contiendrait de l'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ).

6. Adaptabilité d'emploi. On la réalise par un bon rendement et la réduction au maximum des variations vers le bas. Ces deux conditions sont bien difficiles à satisfaire ensemble, car les machines à grandes performances sont généralement peu adaptables, tandis que les machines dites universelles ont un moindre rendement.

On demande, dans le cas qui nous intéresse, que la turbine puisse tourner avec de la vapeur dont la pression varie entre 5 et 10 atmosphères en valeur absolue et des températures qui soient, de préférence, un peu supérieures à celle de la saturation, tout en donnant toujours la puissance nominale.

Aux pressions inférieures à la limite, on aura une puissance réduite.

Aux pressions élevées, mais comprises dans le cadre défini par la limite supérieure, la turbine doit débiter continuellement la puissance maximum fournissable par l'alternateur en surcharge, avec un facteur de puissance voisin de 1.

Dans le cas où la pression dépasserait un peu la limite supérieure, il faudrait que la turbine puisse résister à ces sollicitations avec sûreté.

7. Facilité et rapidité de transport et de montage. Ces qualités seront réalisées en réduisant au minimum la main d'oeuvre et les moyens divers.

On évitera l'emploi de mécaniciens spécialisés pour les démontages et les alignements ou les contrôles de précision pour les pièces tournantes.

On ne devra pas avoir besoin d'appareils de levage permanents d'une puis-

sance proportionnelle au poids total du matériel, mais bien de dispositifs simplement en rapport avec le poids total du rotor, de la turbine et de l'alternateur.

8. Exemples de groupes turbo-alternateurs. Les trois premiers groupes décrits ont été construits par Ansaldo et fonctionnent depuis longtemps à la centrale de la société Larderello.

Ces groupes correspondent à des étapes successives de progrès, ils possèdent donc, dans une mesure différente et incomplète, les caractéristiques et les qualités recommandées.

Il est facile maintenant de procéder à une synthèse applicable aux groupes théoriquement parfaits du type autonome et transportable.

#### 9. Groupe turbo-générateur de 900 + 1250 kW.

Ensemble du groupe fig. 1

Etant donné la faible puissance de l'alternateur de type standard qui existait déjà, on a adopté la solution comportant des fondations et un réservoir d'huile de graissage faisant partie intégrante du système. Pour des raisons de simplicité, on a adopté la turbine à action en porte à faux, dont l'arbre est couplé directement sur l'alternateur.

Un arbre secondaire entraîne la pompe à huile de réglage et de graissage le régulateur d'urgence à déclenchement et le régulateur centrifuge continu.

Un autre arbre est lié à l'arbre secondaire par l'entremise d'une transmission externe. L'arbre en question actionne la soufflante qui fournit de l'air au radiateur d'huile. Tout le groupe peut se transporter et se mettre en oeuvre au complet.

#### 10. Groupe Turbo-alternateur 3000 + 3500 kW.

Ensemble du groupe, fig. 2.

Une section du groupe, fig. 3.

Groupe monté à l'atelier, fig. 4.

Transport routier du groupe, fig. 5.

Groupe monté sur place, fig. 6.

Suite du montage, fig. 7.

Le groupe est du type à éléments tubulaires réalisé en combinant l'enveloppe de la turbine avec la carcasse de l'alternateur. Le réservoir d'huile de

graissage et l'échangeur de refroidissement de l'huile à ventilateur électrique et à radiateur sont séparés. La turbine à vapeur là encore, est du type à action et montée en porte-à-faux sur l'arbre.

Les boîtes de soupapes font partie intégrante de la turbine. Il s'ensuit une plus grande rigidité pour le transport et le montage: ces opérations sont donc rendues plus faciles et dénuées de tout risque.

On peut rendre le groupe entièrement satisfaisant en se servant d'une turbine mixte à action - réaction capable de donner un rendement meilleur et plus conforme aux divers états de la vapeur.

11. Groupe turbo-alternateur de 3500 kW.  
Ensemble du groupe, fig. 8.

D'une construction entièrement classique au commencement, le groupe est modifié par la suite pour réaliser une plus grande élasticité dans les caractéristiques d'emploi au moyen d'une large variation de commande de la roue à action et du degré de réaction sur l'aubage à réaction.

12. Groupe turbo-alternateur de 5000 + 6000 kW.  
Ensemble du groupe fig. 9.

Ce groupe est du type autonome transportable, avec turbine mixte à action et réaction. Il est doté de toutes les caractéristiques souhaitables mentionnées ci-dessus.

13 Conclusions. Le texte et les figures donnent une idée d'ensemble de la transformation et des progrès réalisés dans les groupes turbo-alternateurs sans condensation destinés à l'exploitation des vapeurs naturelles.

La comparaison avec les machines et les installations classiques (y compris les travaux de fondations et de montage) met en évidence les avantages économiques du progrès réalisé.

En ce qui concerne les seuls groupe turbo-générateurs, le diagramme de la figure 10 indique les poids en fonction des puissances.

Compte tenu des frais moyens par poids pratiqués sur les divers marchés nationaux pour les machines turbo-électriques, il est facile de réduire les frais dans les cas particuliers susceptibles de nous intéresser.

