



UN LIBRARY

MAY 31 1961

Distr.
LIMITED

E/CONF.35/G/60/SUMMARY
5 May 1961

ENGLISH/FRENCH
ORIGINAL: ENGLISH



UNITED NATIONS
CONFERENCE
ON NEW SOURCES
OF ENERGY

CONFÉRENCE
DES NATIONS UNIES
SUR LES SOURCES NOUVELLES
D'ÉNERGIE

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 CONDENSING TURBINE-GENERATOR UNITS

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

PROGRES REALISES DANS LE DOMAINE DES CENTRALES A
TURBO-ALTERNATEURS A CONDENSATION OU
ALIMENTEES EN VAPEUR NATURELLE

Par A. SAPORITI, Ingénieur, Docteur ès sciences
Bureau des études et projets de turbines à vapeur
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 PRESENTE SUR INVITATION A LA CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES NOUVELLES D'ENERGIE DES MEMOIRES QUI SERONT DISTRIBUES COMME DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA CONFERENCE. CES MEMOIRES SONT PUBLIES TELS QUE LES AUTEURS LES ONT REDIGES 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
CONDENSING TURBINE-GENERATOR UNITS

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

SUMMARY

It is supposed that Larederello's permanent type high power plants are well known.

At first the progress is reported which has been realized in order to have a higher efficiency, illustration and description is then given of the latest designs which purposed:

- a) The obtention of a larger elasticity of characteristics and technical performances in order to better meet the requirements of the different conditions of use, and
- b) The realization of condensing power plants capable of being easily transported and promptly installed, and having limited outline dimensions and strictly reduced foundations.

These conditions have been attained and said plants can, therefore, be transferred to the other steam-jet areas; as a result, there will be a reduction of the excavation and foundation works.

Examples of multiple type monobloc units are given in the end as well as a description of any possible installation.

1. PREMISE

The writer supposes, for the sake of brevity, that Larderello's permanent type condensing power plants are widely known.

ANSALDO S.A., Genoa and F. TOSI S.A., Legnano have cooperated in the realization of these installations, which provided at the beginning turbine-generator units without condensers.

Condensing turbines with supply of pure steam produced by natural steam evaporators were installed afterwards.

Condensing turbines are now in service which are directly supplied with endogenous steam.

Compressors are required for the extraction of the non-condensable gases.

2. SERVICEABILITY AND EFFICIENCY

Two power plants have recently been realized whose design purposed the minimum specific consumption of steam.

This was obtained by the utilization of a higher adiabatic head, a higher efficiency of the main turbine-generator units and auxiliary equipment. Construction and protection grant the unchangeableness of the minimum steam consumption and a higher coefficient of utilization.

Photographs Fig. 1, 2 & 3 show these power plants which total : one 3,500 kW - and two 12,500 kW - turbine-generator units and

two 700 kW turbine units for the operation of the gas compressor.

Results are given of steam consumption (7,85 kg/kWh), condenser suction vacuum (0.071 ata), continuous overload capacity (over 30% and full protection against corrosion for all parts in contact with steam and gas).

3. PROGRESS IN THE TRANSFERABLE POWER PLANTS

Endogenous steam-jets are scattered on large extensions and concentrate their power in a relatively restricted area.

The utilization of the steam energy, to the end that it may be useful, especially to the countries which are underprivileged from the economical point of view, should be realized by means of machines and plants not too expensive and capable of granting at the same time a satisfactory efficiency.

This can be obtained with the help of the monobloc type turbine-generator units which offer simplicity of construction and facility in transportation, erection and operation.

4. OUTPUT RANGE

6,000 kW is the value assumed as the lower limit. It is believed that outputs ranging from 12,000 to 15,000 kW will yield very economical results. The maximum technically possible value is about 30,000 kW .

5.- SELECTION AND USE OF MATERIALS

Considerations illustrated above and in the other report may be applied here.

Since it is possible that the depreciation period of these transferable power plants will be a little shorter than that of the per-

manent types, and because the cost must be lower, it is not advisable to have the positive best conditions of resistance.

6. VERSATILITY AND ELASTICITY OF USE

All considerations dwelled upon in the other report are suitable for these condensing turbine units.

It is, however, to be borne in mind that a higher development of the turbine blading would result in the obtention of a greater possibility and liberty of design.

As far as the auxiliary units are concerned, it is noted that some, as the condenser, have sufficient characteristics of elasticity, some instead, as the compressors, must be replaced in case of considerable variations of the working conditions.

7. FACILITY AND RAPIDITY OF TRANSPORTATION AND ERECTION

Also in this case the conceptions apply which have been developed in the other report.

The difficulties to be overcome are still greater because the units are bigger and more complex, the condensing system requires space and difference of level, and excavation and foundation works are to be minimized. All this for the purpose of reducing the cost which would be lost in case of transferring the plant.

A lower inferior limit of power corresponds to a more excellent technical solution of the problem. From this lower limit begins the economical advantage of adopting a plant with condensing turbines instead of a plant contemplating turbines without condenser.

At last, there must exist the possibility of adapting these plants to the various topographic conditions which can be found

in the steam-jet area.

8. EXAMPLES OF TURBINE-GENERATOR UNITS

The basic criterion for solving every problem proposed above is always that of the construction of multiple type monobloc units, which grant the combination of each unit to the others.

Turbine and generator monoblocs shall be the same for each output.

Type and location of condenser and compressor monoblocs and monoblocs of other auxiliary equipment can be changed.

9. 7,000 kW TURBINE-GENERATOR UNIT

Unit Assembly Drwg., Fig.4.

The turbine monobloc is complete with all its steam parts; it is furnished with lower slide guides. The turbine blading is of the impulse and reaction type.

The generator monobloc includes exciter, supports, connections to turbine and lower slide guides.

The two monoblocs are coupled at assembly in order to have a sole body through the foundation.

Condenser, compressor, etc., combined in monoblocs, shall be connected later on.

The foundations are of the semiunderground type and reduced to the strict necessary.

10. CONDENSING TURBINE-GENERATOR UNIT UP TO 15,000 kW

Unit Assembly Drwg., Fig.5.

It is quite similar to the preceding unit, with the excep-

tion of the turbine monobloc which is furnished with a double-flow blading.

11. CONDENSING SYSTEM

The adoption of jet condensers in lieu of surface condensers is due to reasons of practical character and resistance of materials which are used for the tube bundle.

12. GENERAL ARRANGEMENT OF THE POWER PLANTS

For comparison, modern arrangements are reported which provide the condenser located under the turbine, vertical wells (for barometric pipe and pumps) which communicate into a hot water vessel with an underground discharge tunnel.

13. ARRANGEMENT OF UNITS WITH UNDERLYING CONDENSER

Pictorial view, Fig.6 - Drwg., Fig.7.

This represents the arrangement of a 7,000 kW - turbine-generator unit, proposed for the new power plant in case of condenser located under the turbine and a well with blind bottom.

The devices required for a regular working of the plant are mentioned.

14. ARRANGEMENT OF UNITS WITH OVERLYING CONDENSER

Pictorial view, Fig.8 - Drwg., Fig.9.

This is the installation of a 7,000 kW - turbine-generator unit in case the ground is practically flat. The installation does not require excavation of the ground.

If the site of erection of the power plant presents a difference of level of some ten meters at least, the arrangement shown on Fig.10 & 11 can be adopted which provides only one circulating water pump.

15. SPECIAL ARRANGEMENT

If the site of erection of the plant is sloping, it will be possible to adopt the arrangement shown on Fig.12 which provides inclined barometric pipes. These gather all the advantages of the other arrangements and give no trouble at all.

16. CONCLUSION

What described herein summarizes a long work made with the purpose of giving the geothermal condensing power plants a new line capable of thoroughly solving every problem encountered.

In consideration of the complexity and variety of this subject, it is well nigh impossible to give now in comparison a detailed economical account.

PROGRES REALISES DANS LE DOMAINE DES CENTRALES
A TURBO-ALTERNATEURS A CONDENSATION OU ALIMENTEES EN
VAPEUR NATURELLE.

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

Résumé

On connaît les centrales à grande puissance de Larderello. Il s'agit d'installations d'un type permanent.

On rappelle les progrès réalisés dans le sens de l'augmentation du rendement et on examine ensuite les projets d'ordre plus récent visant à :

a) Augmenter la souplesse de marche et l'adaptabilité pour mieux satisfaire les exigences dictées par les conditions d'emploi du matériel.

b) Réaliser des installations du type à condenseur faciles à déplacer, d'une mise en place rapide et d'un encombrement réduit, avec un minimum de fondations. Elles se prêtent à des changements d'emplacement avec la réduction de frais que ceci comporte.

On donne des exemples de réalisations constituées par une série de groupes adaptables les uns aux autres et on illustre les modalités d'installation possibles.

1. HYPOTHESE DE BASE.

On admettra, pour ne pas trop allonger le développement, que les installations permanentes de la société Larderello, du type à condensation, sont connues du lecteur.

Elles ont été réalisés en commun par la société Ansaldo, de Gênes et la société P. Tosi, de Legnano.

On a commencé l'exploitation avec des turbines sans condenseur. On est passé aux turbines à condenseur alimentées en vapeur pure (secondaire) produite dans des évaporateurs chauffés par la vapeur naturelle en provenance du gîte géothermique.

Les turbines actuellement en service sont du type à condenseur avec admission directe de la vapeur des champs géothermiques. L'extraction des gaz non condensables recueillis dans les condenseurs exige l'emploi de compresseurs.

2. ADAPTABILITE, RENDEMENT.

On a tout récemment mis en service deux centrales conçues de manière à réduire la consommation spécifique de vapeur au minimum.

On a fait appel, dans ce but, à une plus grande différence d'enthalpie, ainsi qu'à une augmentation du rendement des turbo-alternateurs principaux et des machines auxiliaires. Le mode de construction des centrales et les marges de sécurité prévues au cahier des charges permettaient de maintenir cette réduction de la consommation de vapeur tout en relevant le coefficient d'utilisation.

Les photographies des figures 1 - 2 et 3 donnent des vues générales de ces centrales qui, dans l'ensemble, sont constituées par deux groupes turbo-alternateurs de 12.500 kW, un troisième groupe de 3.500 kW et deux turbines de 700 kW servant à l'entraînement des compresseurs.

On signale la consommation de vapeur (7,85 kg/ kWh), la dépression à l'admission des condenseurs (0,071 atm. abs.), la capacité de surcharge en marche continue (plus de 30%), la protection complète, contre la corrosion, de toutes les pièces au contact desquelles viennent la vapeur et les gaz.

3. PROGRES REALISES DANS LE DOMAINE DU DEPLACEMENT DES CENTRALES.

En complément de ce qui a été signalé dans un autre mémoire, on note que la

vapeur des gîtes géothermiques ou vapeur endogène est répartie sur de grandes surfaces, dans lesquelles les concentrations localisées sont limitées.

Pour rendre les services qui en sont attendus, particulièrement dans les nations dont le développement économique est incomplètement réalisé, il est impératif que la mise en oeuvre de la vapeur se fasse au moyen de machines et d'installations peu coûteuses et d'un rendement satisfaisant.

Ceci peut se réaliser par l'adoption de groupes essentiellement autonomes d'une construction simple, faciles à déplacer, à monter et à exploiter.

4. GAMME DE PUISSANCES.

On prendra 6.000 kW comme limite inférieure mais on estime que les puissances comprises entre 12.000 et 15.000 kW donnent des résultats économiquement acceptables. Le maximum techniquement réalisable est de l'ordre de 30.000 kW.

5. CHOIX DES MATERIAUX - UTILISATION.

Les considérations présentées ci-dessus et passées en revue dans l'autre mémoire resteront valables. Pour autant qu'il est possible que la durée d'amortissement des centrales ainsi construites soit un peu moindre que celle des installations véritablement permanentes et dans la mesure où leur réalisation doit être particulièrement économique, on ne s'en tiendra pas nécessairement à l'emploi des matériaux les plus durables.

6. ADAPTABILITE.

Les considérations passées en revue dans l'autre mémoire restent valables pour le cas des turbines à condenseur.

On se rappellera toutefois que les ingénieurs chargés de la mise au point de ces machines auront une plus grande liberté d'action si on augmente la surface globale de l'aubage.

En ce qui concerne les auxiliaires, il en est, comme les condenseurs, dont les caractéristiques intrinsèques d'exploitation assurent l'adaptabilité voulue alors que d'autres, par exemple les compresseurs, doivent faire l'objet des changements voulus en cas de variations importantes des conditions d'exploitation et de marche.

7. FACILITE ET RAPIDITE DES DEPLACEMENTS.

Ici encore, les points de vue présentés dans l'autre mémoire sont à considérer comme valables.

Les difficultés à surmonter dans le cas qui est actuellement envisagé sont plus grosses encore, en ce sens que les machines sont plus grandes et plus complexes, que l'installation des condenseurs soulève des exigences quant à la place disponible et à la configuration du terrain (niveaux) et que tous les travaux afférents à l'établissement des fondations doivent être réduits au strict minimum dans le but d'assurer un maximum d'économie, pour autant que les frais ainsi engagés auront été faits en pure perte quand il faudra déplacer l'installation.

L'adoption d'une plus basse limite inférieure de puissance confère une plus grande élégance à la solution théorique donnée au problème ainsi posé, ce qui explique l'avantage qu'il y a, économiquement parlant, à préférer les turbines à condenseur à celles dont l'échappement se fait à l'air libre.

Finalement, il doit être possible d'adapter ces installations aux diverses situations topographiques qui règnent dans la zone où jaillit la vapeur.

8. EXEMPLES DE GROUPES TURBO-ALTERNATEURS.

Le principe fondamental, auquel on s'en tient dans la résolution de tous les problèmes qui ont été passés en revue ci-dessus, consiste à faire appel à des groupes essentiellement autonomes et en tous points comparables, que l'on peut combiner les uns avec les autres à volonté.

Les groupes turbine-alternateur seront toujours les mêmes pour une puissance donnée mais on pourra changer le type et l'emplacement des groupes tels que condenseur, compresseur, etc...

9. GROUPE TURBO-GENERATEUR DE 7.000 kW A CONDENSATION.

(Voir la figure 4.)

Le groupe turbine est complet quant à l'installation vapeur. Il est monté sur une base amovible. Son aubage est du type mixte, si bien qu'il fonctionne, à la fois, en turbine à action et en turbine à réaction.

Le groupe alternateur est complet, avec son excitatrice, une base convenable et l'accouplement de la turbine, ainsi qu'un socle spécial.

Ces deux groupes sont couplés en cours de montage, de manière à ce que les réactions créées par leur fonctionnement soient transmises en bloc aux fondations de l'ensemble.

Le condenseur, le compresseur et autres auxiliaires, formant eux aussi des groupes autonomes, seront ajoutés les uns après les autres à l'installation de base constituée par la turbine et l'alternateur.

Les fondations, du type semi-enfoui, sont réduites au strict minimum.

10. GROUPE TURBO-ALTERNATEUR A CONDENSEUR D'UNE PUISSANCE ALLANT JUSQU'A 15.000 kW.

La figure 5 donne une vue de l'ensemble de l'installation, tout à fait analogue à celui qui a été décrit ci-dessus. L'aubage de la turbine, en revanche, est du type à double écoulement.

11. INSTALLATION DE CONDENSATION.

Les condenseurs à mélange ont été préférés aux condenseurs à surface, pour des considérations d'ordre pratique et en raison des problèmes de résistance des matériaux destinés à constituer le faisceau tubulaire.

12. DISPOSITION GENERALE DES CENTRALES.

On rappelle, aux fins de comparaison, les dispositions actuelles qui comportent un condenseur logé sous la turbine, avec des puits verticaux pour les colonnes barométriques et les pompes, aboutissant au bac d'eau chaude doté d'une galerie souterraine d'écoulement.

13. INSTALLATION DU CONDENSEUR AU-DESSOUS DE LA TURBINE.

On en donne une vue en perspective à la figure 6.

Le schéma se trouve en figure 7.

Il s'agit de la disposition d'un groupe de 7.000 kW, envisagé pour les nouvelles centrales, avec condenseur situé au-dessous de la turbine et puits à fond bloqué.

On indique les dispositifs automatiques qui sont nécessaires pour assurer le fonctionnement régulier de ce matériel.

14. DISPOSITION DU CONDENSEUR AU-DESSUS DE LA TURBINE.

(Vue en perspective en figure 8).

(Schéma en figure 9).

Il s'agit d'une installation de 7.000 kW, pour le cas d'un terrain parfaitement plat. Pas besoin d'excavation avec ce genre d'installation.

S'il y a des différences de niveau atteignant une dizaine de mètres au site de la centrale, on peut adopter la disposition des schémas des figures 10 et 11, avec laquelle on peut se contenter d'une seule pompe de circulation.

15. DISPOSITION SPECIALE.

Si la pente du terrain situé autour de la centrale est convenable, on peut s'en tenir à la disposition indiquée au schéma de la figure 12, avec des colonnes barométriques inclinées, disposition qui présente tous les avantages des précédentes sans souffrir de leurs inconvénients.

16. CONCLUSIONS.

L'exposé donné ci-dessus résume les résultats acquis à l'issue d'une longue étude dans laquelle on s'est attaché à donner une nouvelle orientation à la question des centrales à vapeur géothermiques visant à donner une solution avantageuse à tout problème que l'on puisse rencontrer.

Eu égard à la complexité et à l'ampleur du sujet, il n'est pas actuellement possible de présenter des bilans économiques détaillés aux fins de comparaison avec les autres systèmes.