

Yosami Zendstation Herdenkingshal

[Startpagina](#)[Menupagina van JA2DJN](#)[Zendstation \(antenne\)](#)[Niitaka-berg novae 1208](#)

De Yosami Transmitting Station Memorial Hall, waarin een VLF-generator (Very Low Frequency) is ondergebracht.

Yosami VLF-zendstation

Aan het einde van de Meiji-periode werd ontdekt dat lange golf radiogolven verder konden reizen dan middengolf radiogolven, en lange golf radiogolven werden wereldwijd gebruikt voor communicatie over lange afstanden.

De zendfrequentie was 17,442 kHz (golflengte: ongeveer 17 km). Omdat het moeilijk was om dit vermogen stabiel rechtstreeks uit een hoogfrequentgenerator te halen, stelde het zendstation de uitgangsfrequentie in op 5,814 kHz. Deze frequentie werd vervolgens verdrievoudigd met behulp van een frequentieverdrievoudigingscircuit om de benodigde frequentie te verkrijgen en te zenden met een zendvermogen van 500 kW.

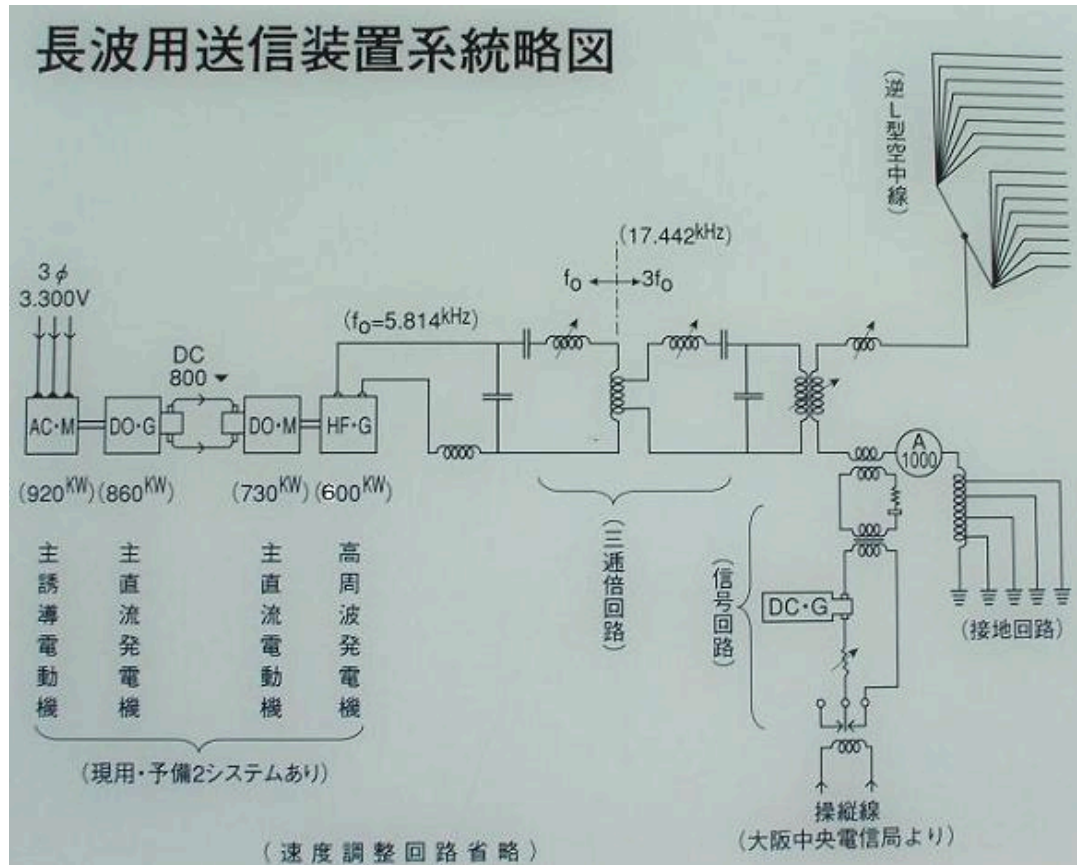
De hoogfrequentgenerator gebruikte een externe commerciële stroombron om een hoofdinductiemotor (920 kW) aan te drijven, die op zijn beurt een gelijkstroomgenerator (860 kW) aandreef. Deze generator dreef vervolgens een gelijkstroommotor (730 kW) aan voor de hoogfrequentgenerator, die op zijn beurt de hoogfrequentgenerator (600 kW) aandreef om een hoogfrequente stroom van 5,814 kHz te genereren.

De benodigde elektriciteit werd geleverd door Toho Electric Power Company (nu Chubu Electric Power Company) via het nieuw gebouwde Yosami-onderstation, dat maximaal 1000 kW vermogen leverde met een driefasig, driedraads systeem van 3300 V. (Noot 1)

Twee sets transformatoren, één voor netvoeding en één voor noodstroom, werden geïnstalleerd en continu in werking gesteld.

Alle apparatuur die in het museum tentoongesteld en bewaard wordt, met uitzondering van de isolatoren, is vervaardigd door **TELEFUNKEN uit Duitsland**.

長波用送信装置系統略図



Aanvullende uitleg bij het bovenstaande diagram van het Yosami VLF-zendersysteem.

(1) De reden waarom wisselstroom wordt omgezet in gelijkstroom is dat de rotatie van de hoogfrequentgenerator wordt beïnvloed door de frequentieschommelingen van het commerciële elektriciteitsnet.

Het toerental fluctueert afhankelijk van spanningsschommelingen en belastingsschommelingen. Om een nauwkeurige regeling van het toerental te realiseren, wordt daarom een gelijkstroomapparaat gebruikt.

(2) Frequentiestabilisatie wordt bereikt

door de bekrachtigingsstroom van de gelijkstroomgenerator en de motor te veranderen (Ward-Leonard-methode).

Dit stabiliseert de rotatiesnelheid van de hoogfrequentgenerator, wat resulteert in een stabiele rotatiesnelheid.

De fluctuatie in de rotatiesnelheid was minder dan 2/10.000.

De hier getoonde zendapparatuur is een 95 jaar oude installatie die in originele staat bewaard en tentoongesteld is, waardoor het een zeldzaam gezicht is in de wereld.

Het wordt beschouwd als .

Een gedetailleerder aansluitschema dan het bovenstaande (Yosami Transmitting Station 70 Years of History and Footprints, gepubliceerd in 1997 door Denki Kogyo Co., Ltd., gedrukt door de

Yosami Transmitting Station Guide Volunteer Association) is verkrijgbaar in A3-formaat in de Memorial Hall.

Een PDF-bestand van dit schema kunt u hieronder bekijken.

Het betreft echter een gescande versie van het PDF-bestand, dus excuses .

(Dit is hetzelfde aansluitschema als op de vorige pagina.)

[Klik hier](#)



(Foto 1)

Interieur van de oude faciliteit (die momenteel in gebruik is) (zoals hierboven uitgelegd, waren er twee sets)

Voorzieningen binnen het museum

De fotobeschrijvingen zijn grotendeels gebaseerd op en aangevuld met informatie die in het museum over elke locatie wordt getoond.



De herdenkingshal werd op 31 maart 2012

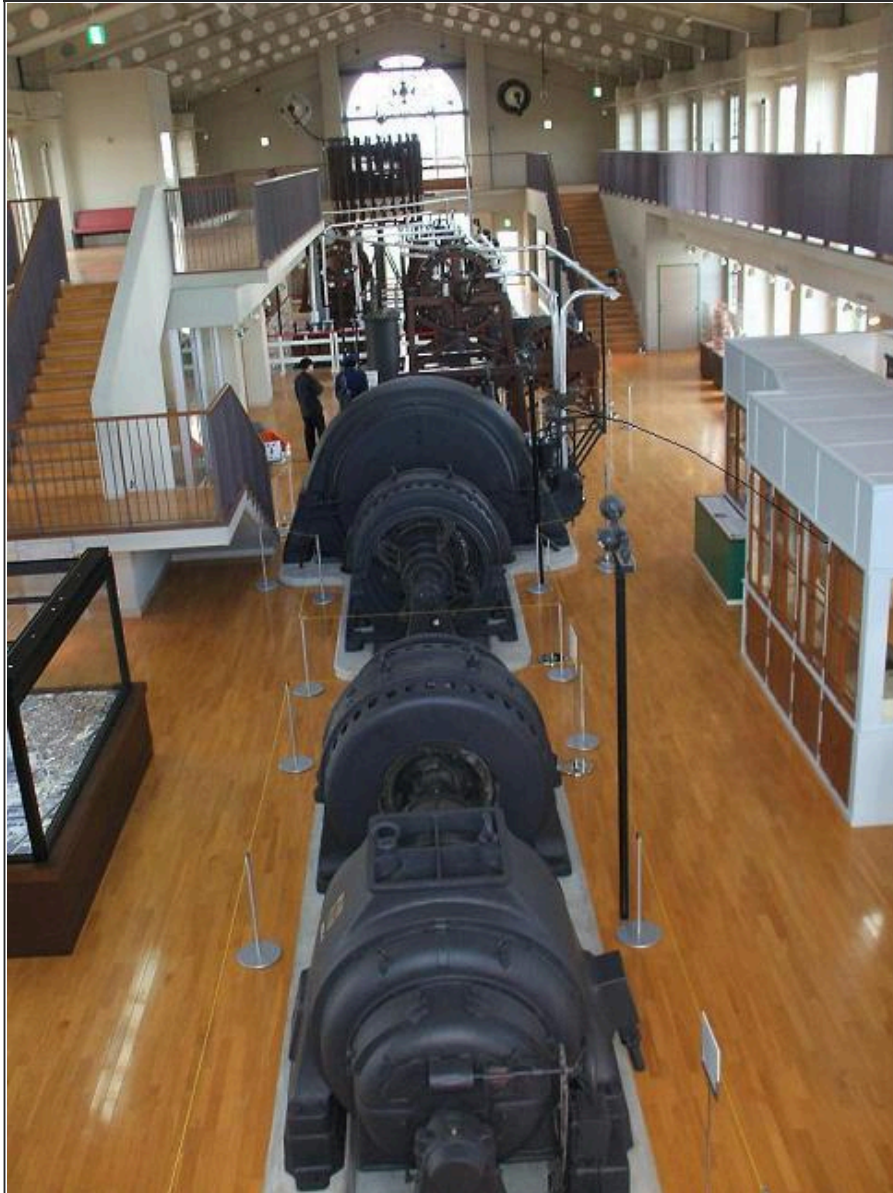
gerenoveerd . De zendapparatuur die

zich vóór de renovatie in de herdenkingshal bevond,

werd in 2007 naar de herdenkingshal verplaatst nadat het zendstation in 2006 was ontmanteld.

Nadat de zendapparatuur in 1950 door de Amerikaanse marine in Japan in beslag was genomen, werd de zendapparatuur lichtblauw geverfd en de hoogfrequentleidingen rood, geel en zilverkleurig.

Omdat de apparatuur met slechts kleine reparaties werd verplaatst, vertoonde deze tekenen van slijtage door ouderdom.



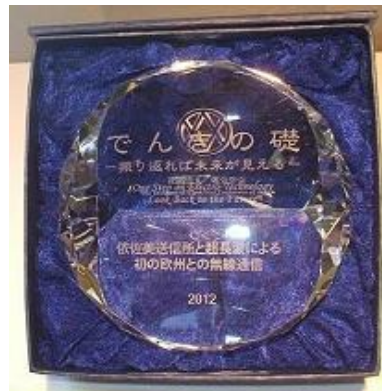
Het interieur van de gedenkhal na de renovatie.

Belangrijkste renovatiedetails : (1) De kleuren van de "zendapparatuur" en de "hoogfrequentleidingen" zijn hersteld naar de oorspronkelijke "zwarte" en "kleur" die bij de bouw werden gebruikt. (2) Er zijn UV-beschermingsmaatregelen getroffen om aantasting door ultraviolette straling te voorkomen. Zicht vanaf de ingangszijde (voorgrond) naar de uitgangszijde.



Borden uit de tijd van de bezetting van Japan door de Amerikaanse marine (1950-1994)





Certificaat voor Erfgoed in de Werktuigbouwkunde (linksboven)

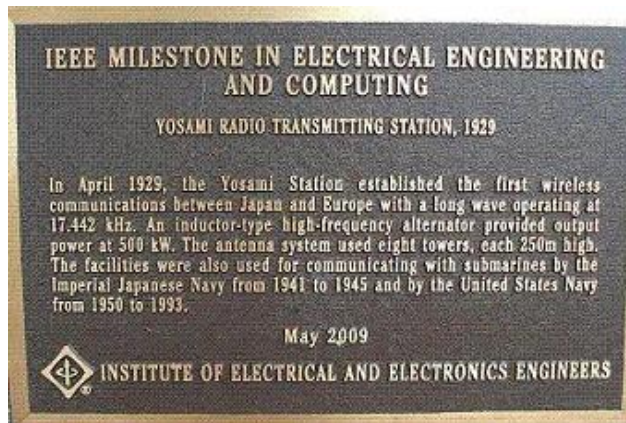
Erkend als Erfgoed in de Werktuigbouwkunde door de Japan Society of Mechanical Engineers in 2007.

De foto linksboven toont het certificaat .

Stichting voor Elektriciteit (rechtsboven)

Erkend als Stichting voor Elektriciteit door het Institute of Electrical Engineers of Japan in 2012.

De foto rechtsboven toont het certificaat .



IEEE- mijlpaal (onder) (IEEE MILESTONE)

Erkend als een historische prestatie in de elektrotechniek en elektronica door IEEE MILESTONE, Milestone: Institute of Electrical and Electronic Engineers of America in 2009.

De foto onderaan toont het certificaat .

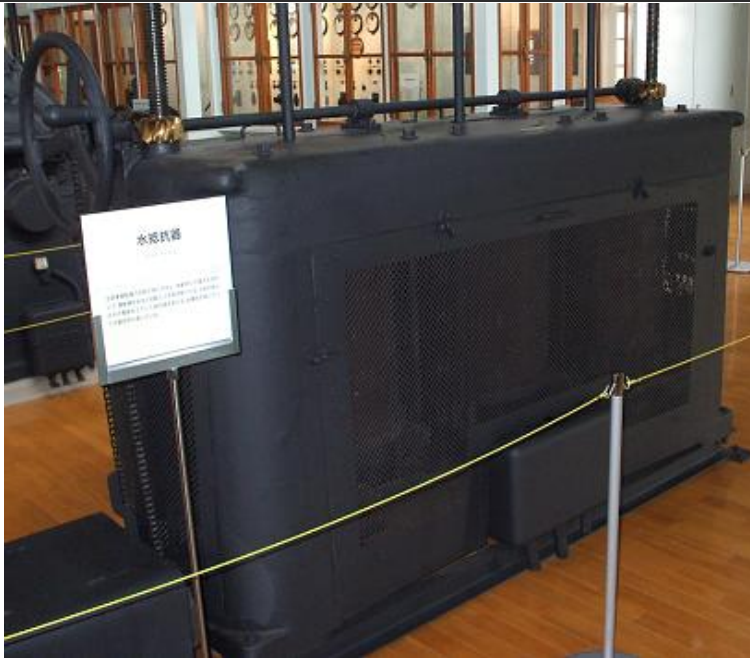


Motorgenerator voor het aandrijven van de hoofdgelijkstroomgenerator en de motor.

Een hoofdgelijkstroomgenerator en een generator voor de aansturing van de motor zijn rechtstreeks via een as met de inductiemotor verbonden.

Aansturing is een mechanisme dat elektrisch magnetische veldlijnen opwekt die gelijk zijn aan die van een magneet.

Dit apparaat is noodzakelijk voor frequentiestabilisatie.



Waterweerstand (vloeistofweerstand):

Een apparaat dat de weerstand van water gebruikt om te voorkomen dat er te veel stroom vloeit wanneer de hoofdinductiemotor wordt gestart. Water en variabele elektroden worden in een tank geplaatst en de weerstand verandert afhankelijk van de positie van de elektroden.

De bediening was aanvankelijk handmatig, maar werd later gemotoriseerd.



Hoofdinductiemotor (driefasen)

Deze motor werkt op 3300V, driefasen (3Φ), en is de aandrijfkraft die de hoogfrequentgenerator aandrijft via gelijkstroomapparatuur. De hoofdas is mechanisch direct verbonden met de gelijkstroomgenerator.



Het anker (de rotor) van de hoofdgelijkstroomgenerator **wordt**

aangedreven en rondgedraaid door een inductiemotor.

Wanneer er een bekrachtigingsstroom door het anker loopt terwijl het roteert, wordt er een gelijkspanning opgewekt. De output van deze gelijkstroomgenerator drijft de hoofdgelijkstroommotor in het volgende proces aan.

De rotatiesnelheid van de hoogfrequentgenerator wordt geregeld door deze uitgangsspanning te wijzigen.



Hoofdgelijkstroommotor

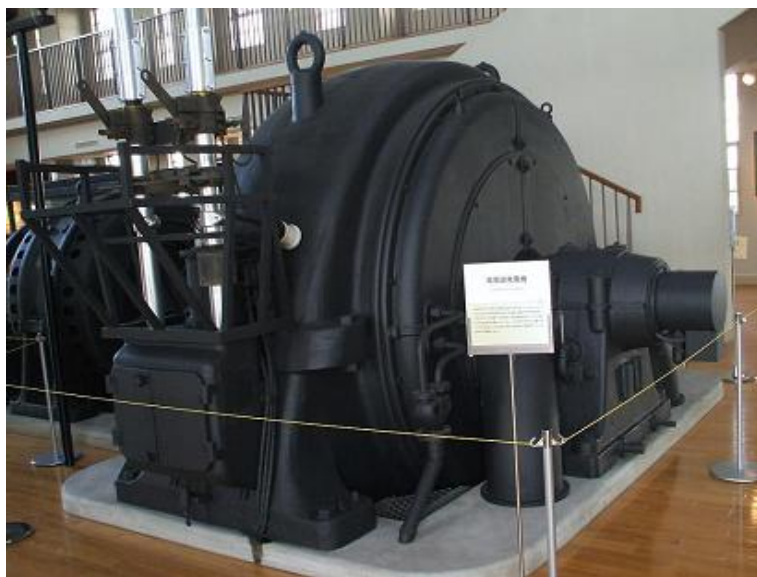
:

Deze drijft de hoogfrequentgenerator aan.

Hij draait met behulp van de uitgangsspanning van de hoofdgelijkstroommotor als ingangssignaal.

De rotatiesnelheid is ruwweg evenredig met de ingangsspanning en de bekrachtigingsstroom.

De nominale rotatiesnelheid is 1360 tpm.



(Foto 1)

Hoogfrequentgeneratoren

vormen het hart van VLF-

zendapparatuur en genereren een hoog vermogen .

Aangedreven door een gelijkstroommotor genereren ze een frequentie van 5,814 kHz en een vermogen van 700 kVA (ongeveer 600 kW: zendvermogen 500 kW)

bij een nominaal toerental van 1360 tpm (zie foto 4). Het

constructieprincipe is dat een gelijkstroomwikkeling die de rotor bekrachtigt, zich rond de omtrek van de stator bevindt, met uitgangswikkelingen aan beide zijden.

In het midden van de rotor bevindt zich een groef met 256 tandvormige elektroden aan beide zijden (zie foto 3). Wanneer de rotor draait, ontstaat er magnetische weerstand, waardoor stroom wordt opgewekt. De

gegenereerde frequentie is gelijk aan (nominaal toerental/60) x aantal rotortanden, d.w.z. $5814 \approx (1360/60)$

x 256. De speling tussen de rotor en de stator bedraagt slechts 1 mm, wat resulteert in een extreem robuuste en nauwkeurige behuizing. Dit is een hoogfrequentgenerator . (Opmerking 2) Specificaties van de generator

(Opmerking 3)



(Foto 2)

Maximale buitendiameter	3,6 m
Buitendiameter van de statorkern	2.5
Rotordiameter	1.83
Rotorbreedte	1.1m
Rotorgewicht	21,2 ton
brutogewicht	35 ton

Ontworpen door Telefunken in Duitsland en gefabriceerd door AEG (zie foto 4).

Foto 2: Hoogfrequente stroom, opgewekt door twee zilveren (koperen) buizen, stroomt erdoorheen (zijaanzicht). (Noten 2, 3) In eerdere literatuur werd gesteld dat de rotor 16 ton woog en dat de energieopwekking van het Alexanderson. Volgens het "Rapport over het onderzoek naar speciale hoogfrequentgeneratoren voor lange golf radiocommunicatie" (Tokai-afdeling van het Instituut voor Elektronica en Communicatietechniek, maart 2007) bleek uit een demontageonderzoek echter dat de rotor 21,2 ton woog en dat de energieopwekking een "inductor-type hoogfrequentgenerator" was, die verschilt van het Alexanderson-type. Er waren twee sets van de "waterweerstand" naar "hoogfrequentgenerator" (foto 1). Eén set werd bewaard voor tentoonstelling, terwijl de "hoogfrequentgenerator" werd gedemonteerd en onderzocht voor wetenschappelijk onderzoek.



(Foto 3)

(Referentie)
De in eigen land geproduceerde hoogfrequentgeneratoren waren



(Foto 4)

van het Alexanderson-type, vervaardigd door Shibaura Manufacturing Co., Ltd. (nu Toshiba) in de volgende modellen: 2 eenheden van 125 kVA (1921), 1 eenheid van 400 kVA (1921) en 2 eenheden van 500 kVA (1923).



Hoogfrequente smoorspoel (1)

Deze wordt gebruikt om te voorkomen dat de hoogfrequentgenerator wordt beïnvloed door de uitgezonden radiogolven.

De spoel gebruikt "Litz-draad", een bundel geëmailleerde draden met goede hoogfrequente eigenschappen.

Hoogfrequente leidingen

Naast de hoofdeenheid zijn er ook zilveren leidingen, allemaal koperen leidingen met een buitendiameter van 80 mm en een wanddikte van 2 mm, waar de hoogfrequente stroom doorheen loopt.



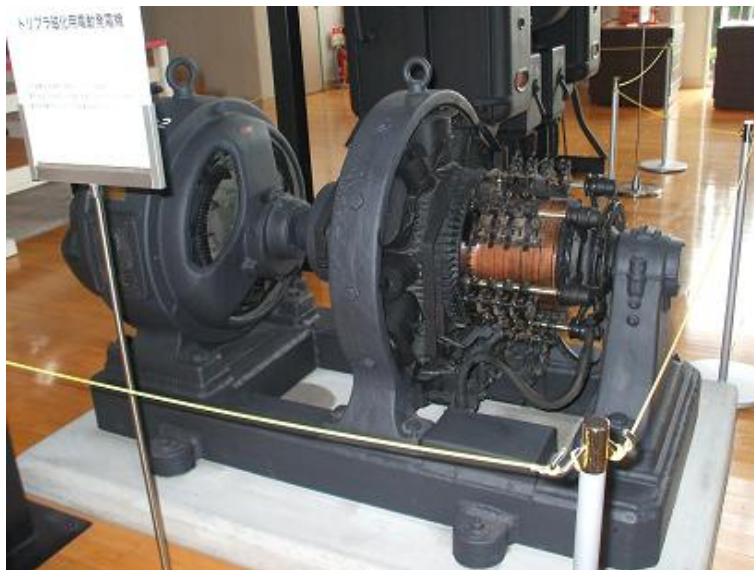
Hoogfrequente smoorspoel (2)

Deze wordt gebruikt om te voorkomen dat hoogfrequente componenten de voeding (magnetiserende motorgenerator) nadelig beïnvloeden.

De gebruikte draad is gewone gedraaide koperdraad, aangezien er alleen gelijkstroom doorheen loopt.



Startinrichting voor **motorgenerator voor drievoudige magnetisering** : een apparaat voor het starten van de motorgenerator voor drievoudige magnetisering. Alle handelingen worden handmatig uitgevoerd.



Motorgenerator voor het magnetiseren van de frequentieomvormer.

Wanneer de frequentieomvormer

wordt gestart, wordt er een grote stroom (ongeveer 400 A) doorheen geleid om de ijzeren kern te magnetiseren. Deze generator wordt gebruikt om de benodigde stroom hiervoor te verkrijgen.

Hij wordt handmatig bediend en wordt gestopt nadat de frequentieomvormer is gestart.



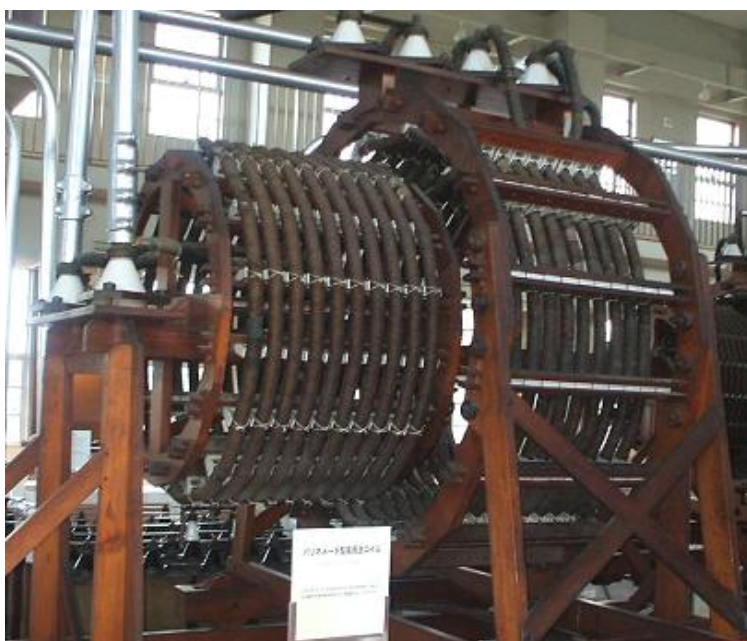
Frequentieverdrievoudiger: **een** apparaat dat de 5,814 kHz-uitgangsfrequentie van een hoogfrequentgenerator verdrievoudigt tot 17,442 kHz. **Dit apparaat** maakt gebruik van een speciale transformator met ijzeren kern die een grote stroom door de spoel laat lopen, waardoor magnetische verzadiging in de ijzeren kern ontstaat. Dit vervormt het ingangssignaal en produceert een drievoudige harmonische. Deze frequentieverdrievoudiger is de enige die nog bestaat in de wereld .



Een signaalmagnetische inductieomvormer

(frequentieomvormer)
(sleutelspoel)

is een apparaat dat de uitgezonden radiogolven in- en uitschakelt volgens **de morsecode**. Het is een transformator met een signaalspoel en een gelijkstroomspoel gewikkeld rond een speciale ijzeren kern die gevoelig is voor magnetische verzadiging. Het maakt gebruik van de eigenschap dat wanneer gelijkstroom (13A) door de signaalspoel wordt geleid, de ijzeren kern magnetisch verzadigd raakt en de inductantie van de signaalspoel verandert. Het regelt de morsecode contactloos, en de output tijdens "space" wordt verzwakt tot minder dan 1/100 van de output tijdens "mark", maar is niet nul. Omdat er tijdens space slechts een kleine hoeveelheid wordt uitgezonden, is er in feite geen probleem. Deze signaalmagnetische inductieomvormer is de enige in zijn soort die nog bestaat in de wereld.



(Foto 1)

Variometer - achtige hoogfrequent spoelen worden gecombineerd met een condensator om te resoneren op een specifieke frequentie (17,442 kHz). Fijnafstemming is nodig om de optimale resonantie te bereiken, vandaar dat spoelen met variabele inductantie zoals deze nodig zijn. (Foto 1) Het mechanisme dat de spoel verschuift : De buitenste spoel is gemonteerd op een frame met vier houten wielen en beweegt over houten rails met behulp van een motor. (Foto 2) De beweging wordt geregeld door aan beide zijden een touw te trekken via houten rollen. (Foto 3) De houten rol bevindt zich aan de linkerkant. Om warmteontwikkeling door het magnetische veld te voorkomen, worden geen metalen onderdelen gebruikt; alles is bevestigd met houten bouten en moeren (Foto 3, rechts). Omdat de binnenste spoel vastzit, verandert de inductantie ervan. De



(Foto 2)

binnenste spoel heeft een diameter van 1,2 m en de buitenste spoel een diameter van 1,5 m. Er wordt gebruik gemaakt van "Litz-draad", een henneptouw kern met een diameter van 25 mm, gewikkeld met ongeveer 18.000 geëmailleerde draadstrengen van 0,12 mm. De buitenste spoel wordt beschermd door een zijden band en heeft een buitendiameter van ongeveer 50 mm. Voor meer informatie over Litz-draad, klik [hier](#).



(Foto 3)



(Foto 4)

(Foto 4) toont de drie "variometerspoelen" gezien vanaf de "laadspoel"-zijde (uitgangszijde).



Afstemspool

:

Een spoel die gebruikt wordt om de antenne af te stemmen op de zendfrequentie (17,442 kHz). Een spoel van Litz-draad is 24 keer gewikkeld rond een cilindrisch houten frame met een diameter van 3 meter.

De spoeldraad is dezelfde als die gebruikt wordt in de "variometer-type hoogfrequent spoel".

De zilveren buis is een koperen buis met een buitendiameter van 80 mm en een wanddikte van 2 mm, waar de hoogfrequente stroom doorheen loopt naar de spoel wordt geleid.

Er worden geen spijkers of andere metalen in het houten frame gebruikt om warmteontwikkeling door het magnetische veld te voorkomen.



Amperemeter

(Ammeter) Linkerzijde:
Volledige schaal 500A

voor het aangeven van de stroom in het tussencircuit, C/T-verhouding 100:1 Rechterzijde: Volledige schaal 500A voor het aangeven van de antennestroom (1000A op het schakelschema), C/T-verhouding 100:1 De amperemeter zelf is van het thermo-elektrische type, volledige schaal 5A.

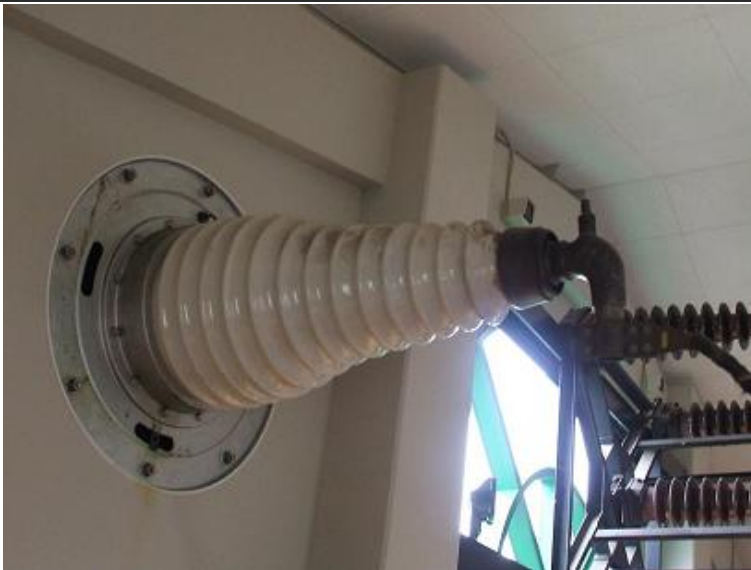


(Foto 1)



(Foto 2)

Condensatoren worden gecombineerd met spoelen om op een specifieke frequentie te resoneren. Deze condensatoren werden ontwikkeld voor hoge frequenties en er waren er 295 in gebruik tijdens hun actieve periode. Dertig daarvan zijn te zien in het museum (Foto 1). Ze zijn vervaardigd door het Duitse bedrijf Debillier Capacitor GmbH. Het zijn met paraffineolie gevulde mica-condensatoren met een capaciteit van $0,1 \mu\text{F}$, een spanningsweerstand van 4 kV en een stroomcapaciteit van 87,5 A (Foto 2).



Doorvoerisolator

:

De antennedraad loopt via deze isolator naar buiten. De isolator

is 3 meter lang, weegt ongeveer 2 ton en

is gevuld met het isolatiemateriaal "paraffineolie".

Hij wordt geproduceerd door Shofu Kogyo Co., Ltd., hetzelfde bedrijf dat ook de basisisolatoren voor de stalen masten maakt.



Doorvoerisolator buiten



**De wanddoorvoerende isolator
(doorvoerisolator)**

was een oud model en was uitgerust met een "lange staafisolator" om corona-ontlading te voorkomen.



Hoogvermogen vacuümbuizen

De vacuümbuiszender werd gefabriceerd door Continental Electronics in de Verenigde Staten en werd vervangen door een conventioneel model (hoogfrequentiegenerator) toen het A1A-systeem in 1969 werd omgezet naar FSK, maar bleef tot 1970 in gebruik.

Het museum bezit geen andere zenders van dit type, behalve deze vacuümbuis.

Op het plaatje op de voorgrond staat de naam van de vacuümbuis, "ML-5682", met het logo "MACHLETT". Zie

[hier](#)

voor de specificaties ; het lijkt een veelgebruikte zendbuis te zijn, toegepast in een push-pull-configuratie, met een vermogen van 250 kW.

De andere twee zijn gedemonteerde versies van dezelfde vacuümbuis.



Bedieningspaneel zender. De

volgende bedieningspanelen bevinden zich in de controlekamer:

Paneel A: Belastingscompensatieregeling unit 1.

Paneel

B: Snelheidsregeling unit 1.

Paneel C:

Snelheidsregeling

subcircuit unit 1. Paneel D: Bediening hoofdeenheid 1. Paneel E: Bediening radiogolftransmissie en sleuteling unit 1.

Paneel F: Bediening radiogolftransmissie en sleuteling unit 2.

Paneel G: Bediening

hoofdeenheid 2. Paneel H:

Snelheidsregeling subcircuit unit 2.

Paneel I: Snelheidsregeling unit 2.

Paneel J: Belastingscompensatieregeling unit 2. Het

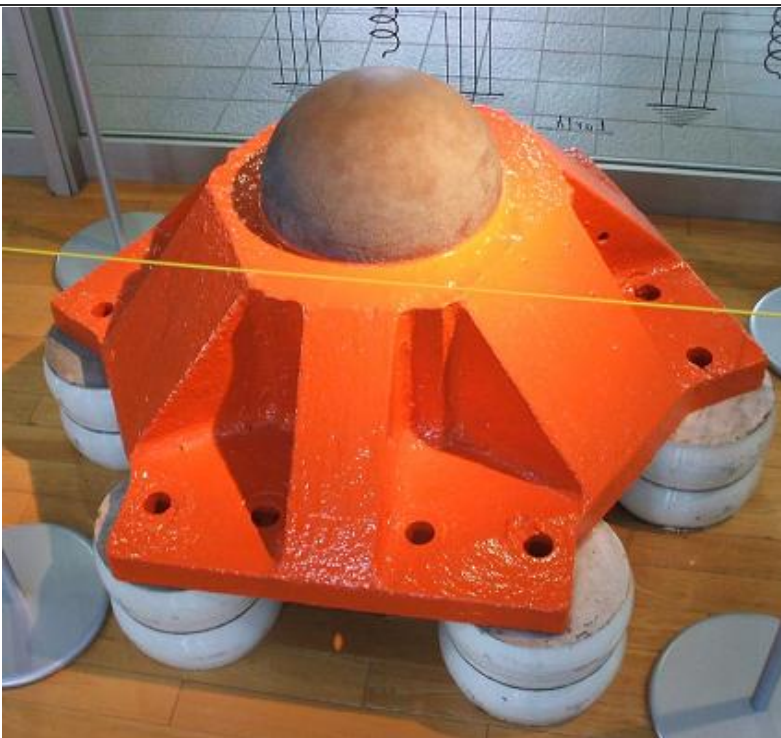
achterpaneel is gemaakt van marmer, dat uitstekende isolerende eigenschappen heeft .



Het logo van "NIHON MUSEN" (Japan Wireless Telegraph and Telephone Co., Ltd.: nu Japan Radio Co., Ltd. JRC), dat samen met "TELEFUNKEN" (Duitsland), een

fabrikant van zendapparatuur, de installatiewerkzaamheden

in de controlekamer uitvoerde. "JRC", een bedrijf dat bekend is bij radioamateurs, heeft ook zo'n geschiedenis. Het is een aparte onderneming van het voormalige "Japan Wireless Telegraph Co., Ltd."



(Foto 1)

Torenbasis

:

De basis die de 250 meter hoge stalen toren ondersteunde.

(Onderste geïsoleerde sferische lagerschachtbasis)

De sferische bovenkant is zo ontworpen dat, zelfs als de toren door harde wind zijwaarts beweegt, de belasting op één punt wordt opgevangen en de kracht gelijkmatig over de basis eronder wordt verdeeld. De toren droeg een belasting van 250 ton en 150 ton aan tuikabels (Foto 1)

. De basis was bevestigd aan een platform dat door isolatoren van de grond was geïsoleerd (pijl in Foto 2).



(Foto 2)



Luchtvaartobstakellichten zijn lichten die worden gebruikt om vliegtuigongelukken te voorkomen. Ze werden geïnstalleerd nadat het vliegtuig in 1952 door het Amerikaanse leger in beslag was genomen. 's Nachts knipperden de lichten, waardoor ze een ideaal doelwit vormden.



Glas-in-lood en extra dik Litz-draad.

De foto links toont het "glas-in-lood" bij de ingang van het zendstation, met een breedte van 2450 mm en een hoogte van 333 mm. De foto rechts toont een doorsnede van een spoel gemaakt van

extra dik Litz-draad met een buitendiameter van 50 mm . Voor meer informatie over Litz-draad, zie [hier](#) .

Stalen torensteunlijn



De toren, die 250 ton woog, werd ondersteund door zes lagen **spankabels** die in drie richtingen gespannen waren. Elke spankabel woog 150 ton. De spankabels waren het dikst bovenaan (de zesde laag) en werden dunner naar beneden toe.

Net als de toren zelf waren ze geïsoleerd door isolatoren en zweefden ze boven de aarde.



(1) Staafisolatoren (2) Langstaafisolatoren



(3)

Huidige

status van

langstaafisolatoren

Isolatoren

(

Foto (1)) De basisisolatoren werden onder de mast geplaatst en er werden 12 sets van vier isolatoren (48 in totaal) geïnstalleerd.

Ze werden vervaardigd door Matsukaze Kogyo Co., Ltd., hetzelfde bedrijf dat ook de doorvoerisolatoren produceerde, en er werd veel moeite gedaan om ze bestand te maken tegen hoge spanningen en belastingen.

De lange staafisolatoren in Foto (2) en (3) werden geïnstalleerd als bescherming tegen corona-ontlading.

Zoals je op de foto hierboven kunt zien, zul je versteld staan van de enorme omvang van de faciliteit, die veel groter is dan je je zou voorstellen.

Als je geïnteresseerd bent, raden we je aan een kijkje te nemen. Ga

[naar de menupagina](#)
[Climb](#)

[Ga naar boven aan deze pagina ↑](#)

[Ga naar Niitakayama](#)

(Opmerking 1) Citaten, aanvullingen en bewerkingen van de informatie in "Binnen in de gedenkhal"