

## Descrizione del contenuto della waveform Ganimede\_441kSs.txt

Nel 2011, la NASA ha lanciato la sonda spaziale Juno per studiare Giove e le sue lune.

Waves è uno strumento installato a bordo di Juno e progettato per rilevare le frequenze radio e i campi magnetici prodotti nella magnetosfera di Giove. E' stato deciso che avere misure di campo sia elettrico che magnetico fino a circa 20 kHz consentirebbe di distinguere tra modi elettrostatici ed elettromagnetici per la maggior parte delle onde di plasma previste. Quindi, Waves può misurare il campo magnetico per emissioni da 50 Hz a 20 kHz e campi elettrici da 50 Hz ad almeno 41 MHz.

Il 7 giugno 2021, Juno ha effettuato il primo sorvolo ravvicinato di Ganimede (Fig. 1), il più grande satellite di Giove e l'unico tra le lune del Sistema Solare caratterizzato da una magnetosfera, generata dal suo nucleo metallico (Fig. 2).

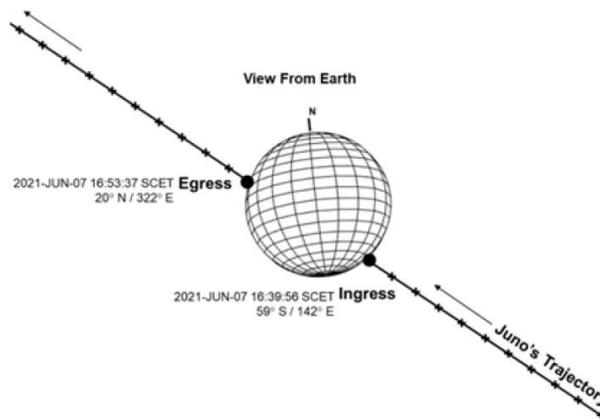


Fig. 1 – Geometria dell'occultazione di Juno in occasione del passaggio ravvicinato rispetto a Ganimede, il 7 giugno 2021. Visto dalla Terra, il veicolo spaziale è passato direttamente dietro Ganimede per circa 15 minuti.

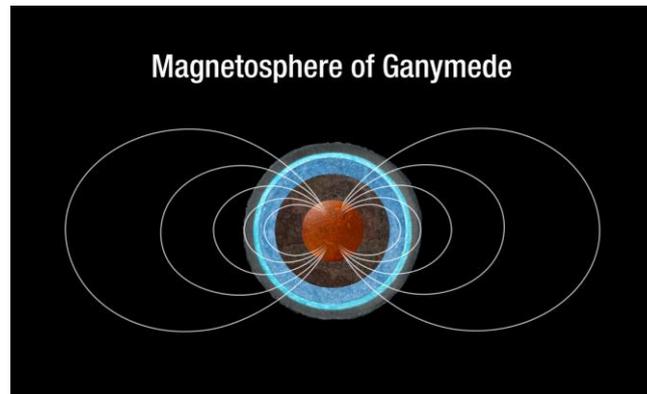


Fig. 2 – Magnetosfera di Ganimede.

Durante il sorvolo, della durata di poco più di una decina di minuti, Waves si è sintonizzato sulle emissioni elettromagnetiche di Ganimede la cui frequenza varia da 10 a 50 kHz e le ha registrate.

Al momento del massimo avvicinamento di Juno a Ganimede, durante la 34esima orbita attorno a Giove (J34), la sonda spaziale si trovava a 1038 chilometri dalla superficie lunare e viaggiava a una velocità relativa di 67mila chilometri orari.

Grazie ad un successivo post-processing, la frequenza catturata di tali emissioni, compresa tra 10 e 50 kHz, è stata spostata in basso e ri-mappata nella banda audio (<3 kHz), in modo da comporre una traccia ascoltabile.

Inoltre, i dati acquisiti da Waves sono stati elaborati a bordo di Juno per ridurre i requisiti del data rate della telemetria. Di conseguenza, la durata della traccia è stata così ridotta da 10 minuti a 50 secondi.

Il video "Ganimede.mov" presenta lo spettrogramma della registrazione (Fig. 3), cioè il diagramma che mostra come varia nel tempo la frequenza istantanea, con la corrispondente intensità rappresentata tramite una scala di colori. Le scale, temporale (asse x) e frequenziale (asse y), del grafico mostrano i valori veri, effettivamente registrati durante la misura. Invece la velocità di riproduzione è accelerata e l'audio è quello ottenuto dalla conversione in basso delle frequenze registrate ed ha una frequenza di campionamento di 48 kHz.

Intorno a metà della registrazione, è possibile udire un brusco cambiamento del suono verso frequenze più alte che documenta il passaggio di Juno ad una regione diversa nella magnetosfera di Ganimede. E' possibile che il cambio di frequenza subito dopo l'incontro ravvicinato sia dovuto al passaggio dalla faccia illuminata di Ganimede a quella in ombra.

Il file "Ganimede\_441kSs.txt" contiene i valori numerici dei campioni della traccia audio in formato WAV del video "Ganimede.mov". Inoltre, per garantirne la compatibilità con il sistema di riproduzione presente nella strumentazione software, la frequenza di campionamento è stata convertita da 48 kHz a 44.1 kHz.

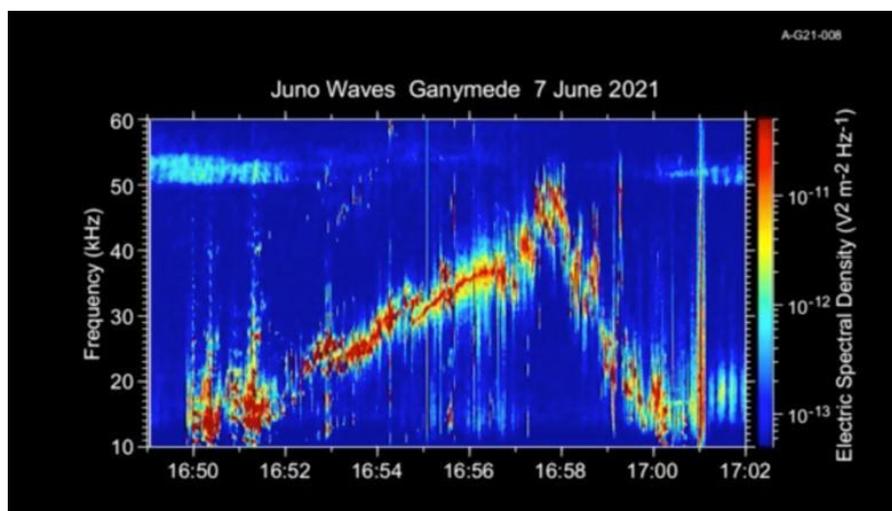


Fig. 3 – Spettrogramma della registrazione di Waves durante il sorvolo di Ganimede del 7 giugno 2021 – *Spectrogram of plasma waves at a characteristic frequency as Juno passes through Ganymede's magnetosphere.*

<https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA25030>

Original Caption Released with Image:

This 50-second animation provides an auditory as well as visual glimpse at data collected by Juno's Waves instrument as the spacecraft flew past the Jovian moon Ganymede on June 7, 2021. The abrupt change to higher frequencies around the midpoint of the recording represents the spacecraft's move from one region of Ganymede's magnetosphere to another.

The audio track is made by shifting the frequency of those emissions – which range from 10 to 50 kHz – into the lower audio range.

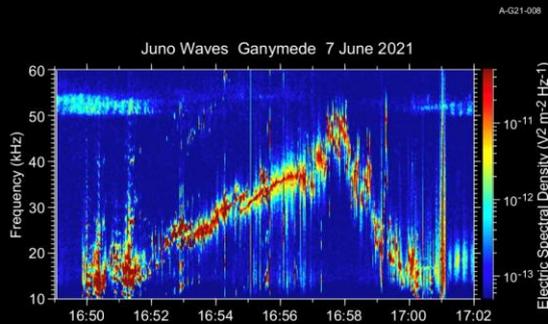
The animation is shorter than the duration of Juno's flyby because the Waves data is edited onboard to reduce telemetry requirements.

More information about Juno is at <https://www.nasa.gov/juno> and <https://missionjuno.swri.edu>. For more about this finding and other science results, see

<https://www.missionjuno.swri.edu/science-findings>.

<https://www.missionjuno.swri.edu/science-findings/sounds-of-ganymede-s-magnetosphere-yield-plasma-densities>

## Sounds of Ganymede's Magnetosphere Yield Plasma Densities



This display shows plasma waves at a characteristic frequency as Juno passes through Ganymede's magnetosphere. The frequencies tell us about the number of electrons per unit volume in the magnetosphere.

These radio signals can be converted to an audio track by decreasing the frequency to the audible range and time has been compressed.

- The electron density increases smoothly until ~closest approach, but then jumps by a factor of two and becomes highly variable.
- The jump in density and change in character occurred as Juno crossed from the nightside of Ganymede to the dayside. Is this a coincidence?

## Istruzioni per l'utilizzo della waveform Ganimede\_441kSs.txt

- Nel pannello principale del sistema di misura software, sostituire il modulo "Signal Gener #1" con "Open File"
- Aprire il "Panel" di "Open File"
- Aprire il pannello "Advanced"
- Impostare i seguenti parametri
  - Sample Frequency: 44.1E+3
  - Sample Number: 2159503
- Chiudere il pannello "Advanced"
- Nel pannello "Open File" premere il tasto "Open"
- Selezionare il file "Ganimede\_441kSs.txt"
- **Attenzione.** Data la notevole dimensione del file, che comprende oltre 2,000,000 di campioni, rispetto ai 10,000 tipicamente utilizzati durante le esercitazioni, l'apertura di alcuni pannelli della strumentazione potrebbe risultare rallentata.
- Nel pannello principale del sistema di misura software, sostituire il modulo "Oscillos" con "Scope"
- Aprire il "Panel" di "Scope"
- Viene visualizzato l'andamento nel tempo della traccia audio registrata e contenuta nel file "Ganimede\_441kSs.txt"
- Nel pannello principale del sistema di misura software, aprire il "Panel" di "Amplit. Spectr."
- Sbloccare il lucchetto di "Frequency (Hz)"
- Impostare la frequenza massima a 3000 Hz
- Viene visualizzato lo spettro della traccia audio registrata e contenuta nel file "Ganimede\_441kSs.txt"
- Nel pannello principale del sistema di misura software, premere il tasto/led "Play" che si trova in basso a destra
- Viene riprodotta la traccia audio registrata e contenuta nel file "Ganimede\_441kSs.txt", per una durata di circa 50 secondi
- **Attenzione.** Durante la riproduzione non intervenire su nessun controllo degli strumenti