



How does ALMA work? | Components Wie funktioniert ALMA? | Komponenten

I. Antenna

ALMA's antennas capture and concentrate the cosmic signal into ALMA's sensitive receivers.

To maximize the incoming signal, the antennas must be directed with unique precision to any source in the sky and the antenna surface must be kept in shape to within 1/50 millimeter even under extreme temperature and wind conditions. The ALMA antennas fulfill those requirements thanks to the ideas and experience of companies from North America, East Asia and Europe.



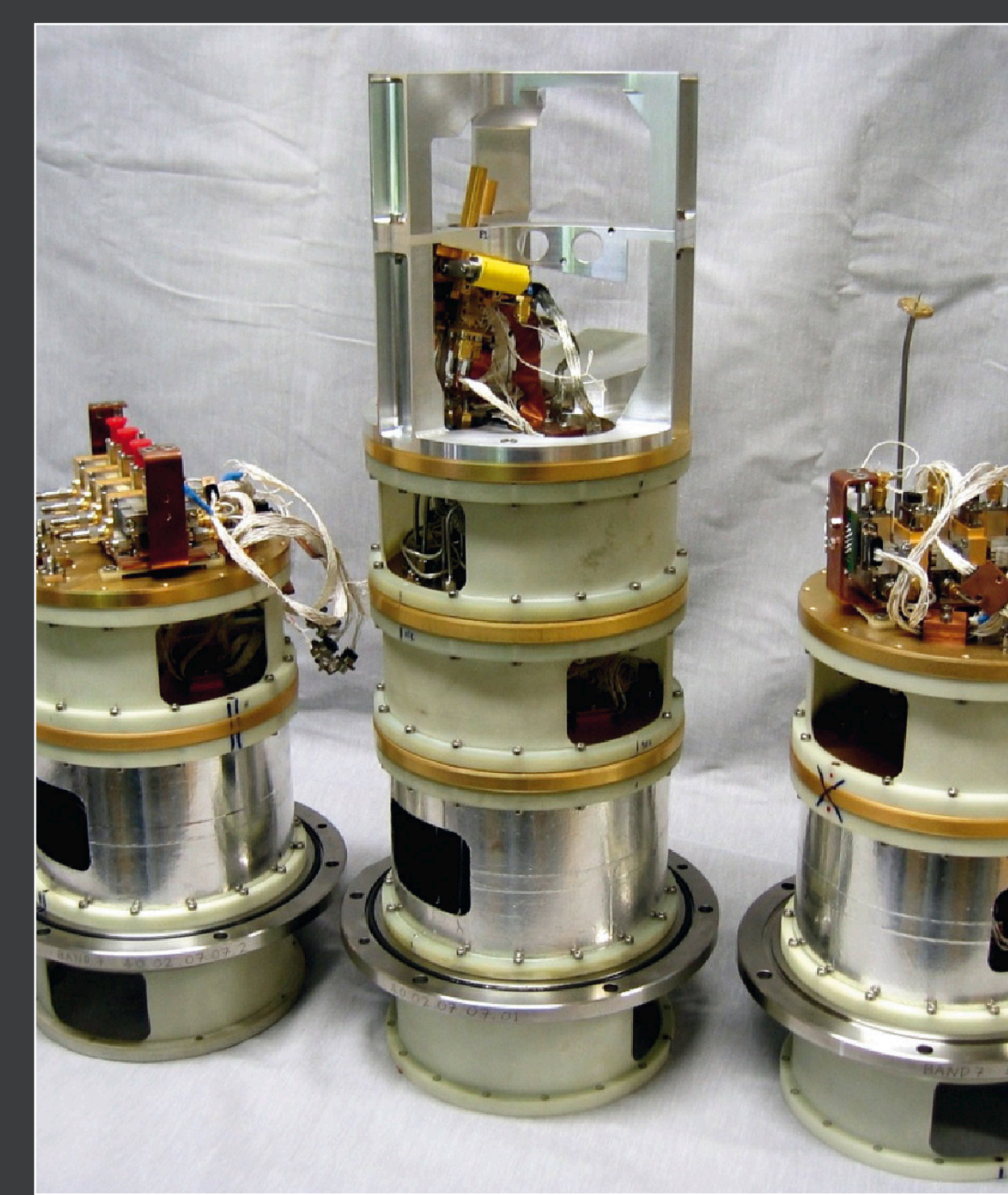
I. Antenne

ALMA's Antennen fangen kosmische Signale auf, konzentrieren sie und leiten sie an ALMA's empfindliche Empfänger weiter.

Um das Empfangssignal zu maximieren, muss man die Antennen mit einzigartiger Genauigkeit auf jede beliebige Signalquelle am Himmel einstellen können. Dabei darf die Oberflächenform der Antennen selbst bei extremen Temperaturen und Windbedingungen nicht mehr als 1/50 Millimeter von der Idealform abweichen. Dank der Kreativität und Erfahrung von Firmen in Nordamerika, Ostasien und Europa erfüllen ALMA's Antennen diese Anforderungen.

2. The receiver system

Once the cosmic signals are concentrated by the antennas to their focal point, the signal has to be converted to a lower frequency that is easier to handle, and finally amplified by ALMA's sensitive receivers. In order to maximize their sensitivity, the receivers need to be cooled to a temperature of 4 Kelvin (-269°C or -452°F), i.e. just 4° above the absolute zero. There will eventually be 10 different receivers in every antenna, each sensitive to a different wavelength range. Leading-edge technology has been developed at laboratories in the USA, Canada, the UK, the Netherlands, France, and Japan, with to produce world-level instrumentation to minimize sensitivity losses and to observe a maximum range of wavelengths at the same time.



2. Empfangssystem

Sobald die kosmischen Signale durch die Antennen in deren Brennpunkten konzentriert sind, müssen sie in eine niedrigere Frequenz umgewandelt werden, da diese einfacher zu verarbeiten ist. Diese wird dann von ALMA's empfindlichen Empfängern verstärkt. Um deren Empfindlichkeit zu maximieren, müssen die Empfänger auf eine Temperatur von -269°C gekühlt werden, also nur 4° über dem absoluten Nullpunkt. Jede Antenne wird letztendlich 10 verschiedene Empfänger enthalten, die jeweils für eine unterschiedliche Wellenlänge empfindlich sind. Um den Verlust an Empfindlichkeit so gering wie möglich zu halten und um eine maximale Bandbreite an Wellenlängen gleichzeitig beobachten zu können, haben Labore in den USA, Kanada, dem Vereinigten Königreich, den Niederlanden, Frankreich und Japan Spitzentechnologie entwickelt, mit deren Hilfe sie Instrumente auf Weltniveau produzieren.

3. The ALMA Back End

In order to make ALMA work, the amplified signals from all the different antennas are first digitized and then fed into optical fiber cables through which they are transmitted to a central computer called the Correlator. The signals from the different antennas need to arrive to the Correlator with a timing that must be known to within a millionth of a millionth of a second. This is a formidable technical challenge since the signals have to travel through complex electronics and through cables that are many kilometers long.

Exact clocks ensure that the control of the antennas and the electronics are synchronized in time, and the lengths of the cables are continuously measured by determining the traveling time of light pulses sent through the cables back and forth from the control building to each antenna. If it is determined that the length of a cable changes by 1/1000 of a millimeter, this can be compensated for by mechanically stretching the cables.



3. ALMA-Backend

Damit ALMA funktioniert, werden die verstärkten Signale von allen Antennen zuerst digitalisiert. Als nächstes werden sie durch ein Glasfaserkabel an einen zentralen Computer übertragen, der Korrelator genannt wird. Die Ankunftszeit der Signale der verschiedenen Antennen beim Korrelator muss dabei auf ein Millionstel eines Millionstels einer Sekunde genau bekannt sein. Dies ist eine große technische Herausforderung, weil die Signale komplexe Elektronik und Kilometer lange Kabel durchlaufen müssen.

Genaue Uhren stellen daher sicher, dass die Antennensteuerung und die Elektronik zeitlich synchronisiert sind. Die Länge der Kabel wird fortlaufend überprüft, indem die Laufzeit von Lichtpulsen vom Kontrollzentrum zu den Antennen gemessen wird. Sollte sich die Länge eines Kabels nur um einen Tausendstel Millimeter verändern, kann man dies durch eine mechanische Streckung des Kabels ausgleichen.

www.eso.org/alma