

Figura 3.8 Estación sísmica tipo B



Figura 3.9 Estación sísmica de Juncos (PPJ)

3.1.2 Componentes de las estaciones sísmicas con telemetría

El diseño de una estación sísmica con telemetría es el mostrado en la figura 3.10

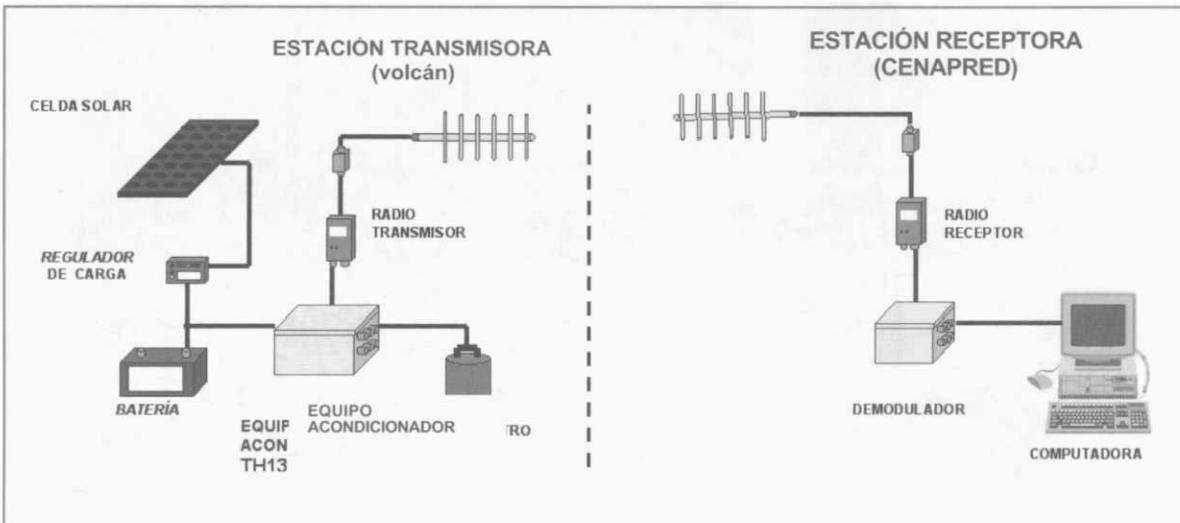


Figura 3.10 Componentes de una estación sísmica con telemetría (transmisor y receptor)

Con el esquema anterior, una estación sísmica con telemetría está compuesta en la parte transmisora por los siguientes elementos:

- Sismómetro uniaxial o triaxial
- Equipo acondicionador (modulador, filtro y amplificador)
- Sistema de alimentación (celdas solares, regulador de carga y batería)
- Antena y radio (transmisor VHF o UHF)

Las pequeñas vibraciones del terreno, provocadas por la actividad del volcán, son detectadas por el sismómetro, también llamado geófono o transductor de velocidad. En la instrumentación empleada para el volcán Popocatepetl los hay de dos tipos: uniaxiales y triaxiales. El primero se utiliza para detectar el movimiento en la dirección vertical y el segundo para detectar el movimiento tanto vertical como los movimientos horizontales, generalmente orientados Norte-Sur y Este-Oeste. Los sensores generan una señal de voltaje proporcional a la velocidad del movimiento del terreno (v_1, v_2, v_3) (figura 3.11). Esta pequeña señal analógica pasa al acondicionador en donde es amplificada y filtrada (V_1, V_2, V_3) y luego es utilizada para modular en frecuencia (FM) a una subportadora de audio de frecuencias f_1, f_2 y f_3 mediante los osciladores controlados por voltaje (VCO). Se producen así las señales moduladas en frecuencia S_1, S_2 y S_3 . De esta manera el voltaje de cada sensor es convertido a una señal en la banda audible, con frecuencia proporcional a la velocidad del terreno en una banda de ± 125 Hz alrededor de la frecuencia de la subportadora.

Una vez acondicionadas y moduladas las tres señales individualmente, se suman en amplitud mediante el sumador produciendo finalmente la señal multiplexada que es la que se transmite mediante un radio

transmisor (calidad voz) que a su vez utiliza modulación en frecuencia al CENAPRED. De esta forma en una sola banda de voz (audio) se pueden codificar hasta 8 diferentes señales. Esta técnica se conoce como multiplexaje por división de frecuencia y es comúnmente utilizada en sistema de telemetría, ya que por estar modulada en frecuencia es inherentemente inmune a ruido que es inducido por amplitud.

Las radiofrecuencias empleadas en la red se encuentran en la banda de VHF y UHF y se transmiten con potencias de 0.1 a 2 watts dependiendo del sitio y la distancia del enlace. La alimentación en todas las estaciones es de 12 VCD mediante celdas solares y baterías automotrices en flotación. Esto garantiza una operación continua. El consumo típico de una estación es de 350 mA

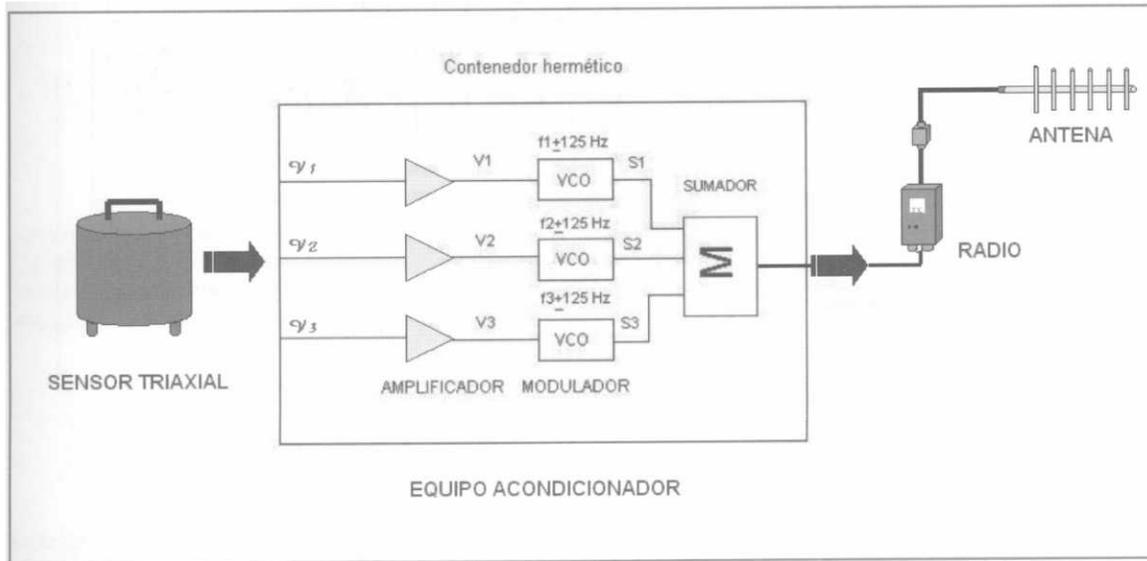


Figura 3.11 Diagrama de bloques del equipo electrónico en una estación Sismica con telemetría

El equipo de recepción (figura 3.10) está formado por una antena, un radio receptor, un demodulador y una computadora tipo PC para el registro digital de los datos. En el puesto central de registro, el proceso de recuperación de las señales es el inverso al de la estación remota (figura 3.12). La señal multiplexada es detectada por el radio receptor y llevada a un banco de filtros pasa banda, sintonizados cada uno a la frecuencia de la subportadora (f_1 , f_2 , f_3). De esta manera se separan (demultiplexan) y recuperan las señales individuales S_1 , S_2 y S_3 , sumadas en la estación de campo. El siguiente paso es la demodulación de las señales codificadas en FM mediante los demoduladores DEM1, DEM2 y DEM3. Después de filtrarse se obtienen nuevamente las señales de voltaje V_1' , V_2' , V_3' cuyo valor es proporcional a la velocidad del movimiento del terreno registrada por el sismómetro en la estación de campo en el volcán.

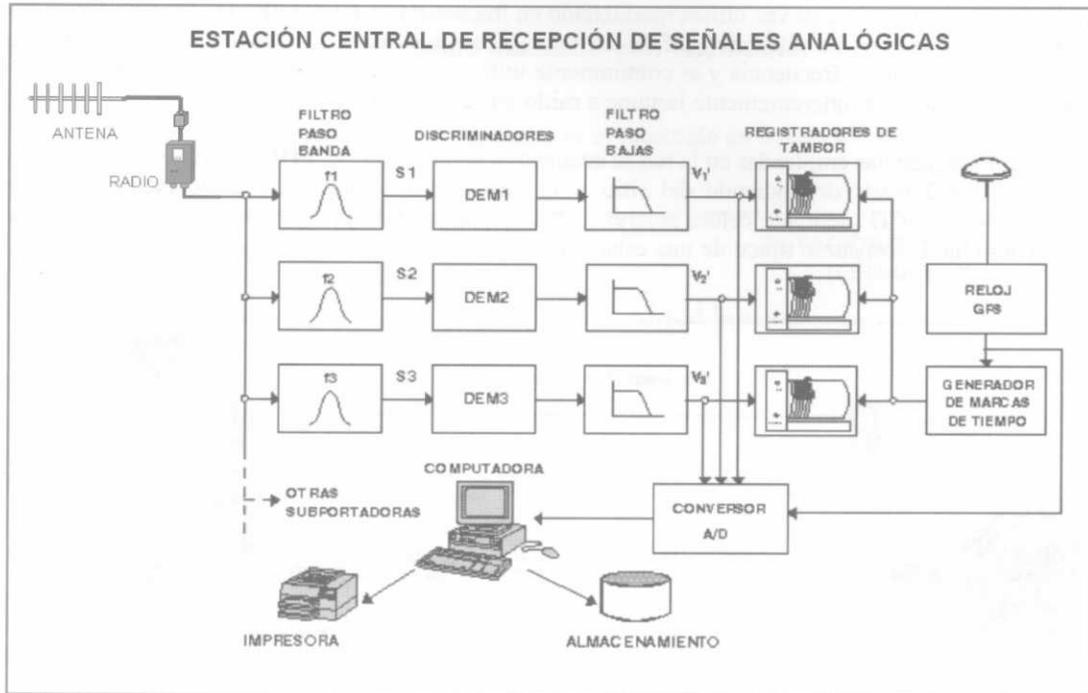


Figura 3.12 Diagrama a bloques del proceso de recepción

Para ser útiles, estas señales deben ser registradas y procesadas convenientemente. En el Puesto Central de Registro (PCR), estas señales se registran en graficadores continuos de tambor sobre papel, produciendo las gráficas amplitud-tiempo llamadas sismogramas (figura 3.13). Cada tambor se cubre con una tira de papel especial y gira a razón de una revolución cada 15 minutos. Un estilete con tinta accionado por un transductor mecánico, imprime la señal sobre el papel. Un tambor tiene típicamente una capacidad para registrar 24 horas de información sísmica. Además de las trazas de velocidad, se registra el tiempo mediante la superposición de marcas de referencia muy precisas cada minuto y cada hora, las cuales son generadas por un reloj GPS (sistema de posicionamiento global).

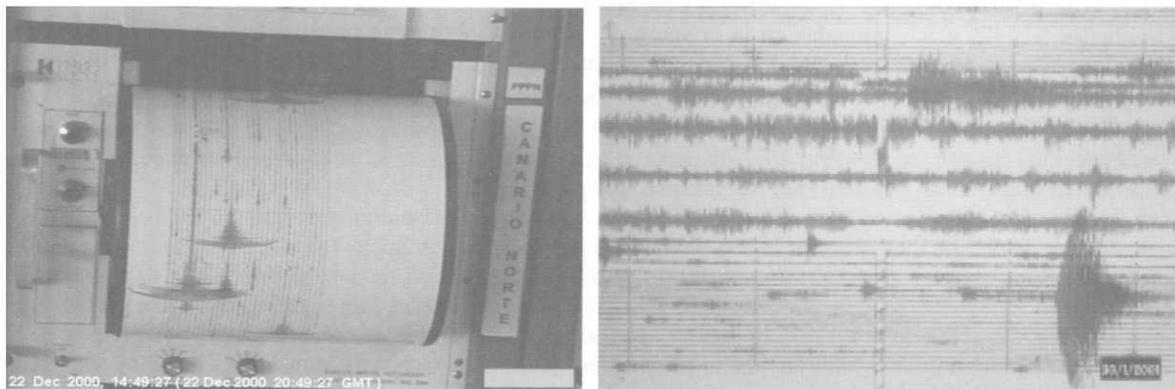


Figura 3.13 Registrador de tambor y sismograma

3.1.3 Estaciones sísmicas de Banda Ancha

La instrumentación de las estaciones sísmicas de Banda Ancha constan de los siguientes equipos (figura 3.14):

- Un sensor triaxial CMG-40 el cual permite registrar ondas sísmicas en una amplia banda de frecuencias con una respuesta plana de 30 segundos hasta 100 Hz y movimientos en una amplia gama de magnitudes. Tiene capacidad para registrar pequeñas vibraciones, sismos locales, tremores, mareas, vientos, explosiones, exhalaciones, etc., hasta sismos regionales, sin problemas de saturación, esto en función de su amplio rango dinámico
- Un codificador digital DE-10.
- Un radio T-45

Las señales del sensor de velocidad (sismómetro) son muestreadas en sitio en forma continua a 100 muestras por segundo (mps) a 16 bits por muestra, luego, convertidas a un formato digital y después de ser codificadas se transmiten al Puesto Central de Registro mediante telemetría digital. Todas las estaciones cuentan además con un reloj GPS que permite obtener una referencia de tiempo de alta precisión, la cual es almacenada junto con la información sísmica.

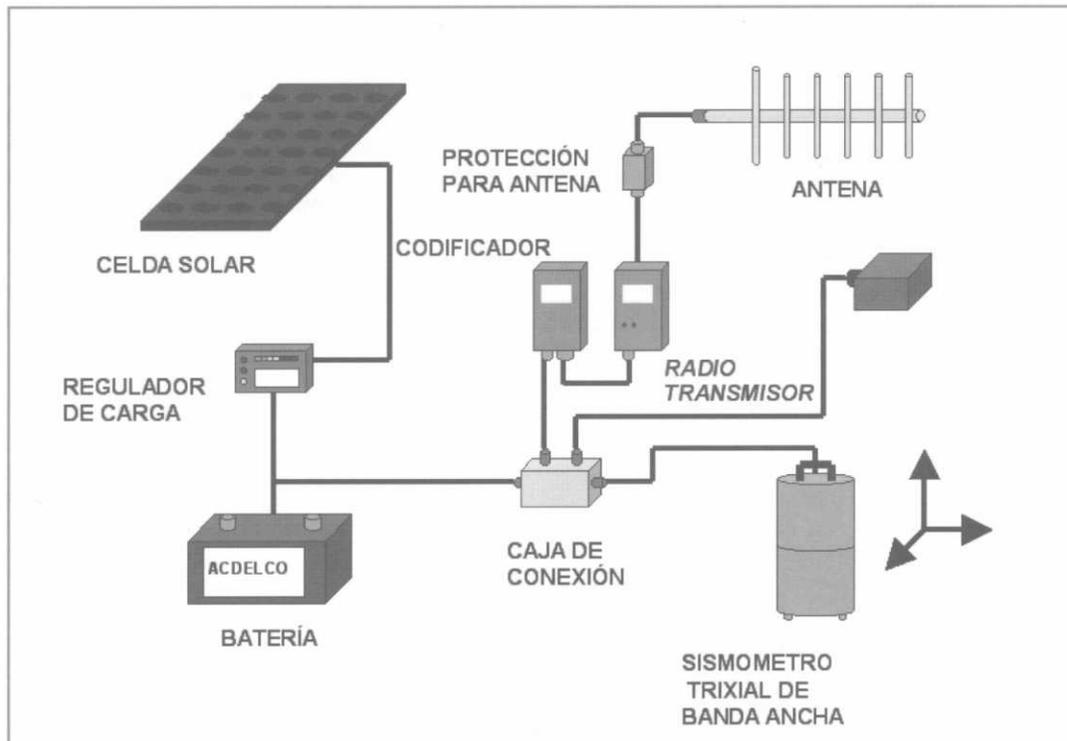


Figura 3.14 Instrumentación de una estación de Banda Ancha