

PRÁCTICA I

Radar Marino

Javier Gismero Menoyo, Alberto Asensio López
Grupo de Microondas y Radar
Dpto. de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones
E. T. S. I. de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid

Segunda edición. Septiembre 2017

Guion de la Práctica.	3
1 Emplazamiento de los sistemas. Blancos del entorno.	3
2 Protocolo de puesta en marcha de los equipos JMA-3710 y JMA3253.....	4
3 Ganancia del Receptor	5
4. Sintonía	7
5. Control temporal de la ganancia. GTC. AC SEA. SEA CLUTTER	8
6 Circuito anti perturbación de lluvia. FTC. AC RAIN. RAIN CLUTTER	9
7 Supresor de Interferencias	10
8 Resolución del sistema versus la Ganancia del receptor. Herramientas de medida	11
9 Estelas	12

Guion de la Práctica.

A pesar de que en laboratorio se dispone de dos radares marinos operativos, la mayor parte de las medidas se realizarán con el sistema de mejores prestaciones, el equipo JMA-3710.

I Emplazamiento de los sistemas. Blancos del entorno.

Lo primero que se hará en el laboratorio será subir a la terraza con el objetivo de comprobar las diferencias entre la instalación de los tres equipos, además de tratar de identificar y localizar físicamente al menos a los siguientes blancos conocidos:

- 1) Torre de Madrid (Plaza España, 40°25'31.90"N, 3°42'44.32"O)
- 2) Filosofía B (Ciudad Universitaria, 40°26'58.19"N, 3°44'2.91"O)
- 3) ETSI de CAMINOS (Ciudad Universitaria, 40°26'48.48"N, 3°43'54.39"O)
- 4) Cerro de los locos (Ciudad Universitaria-Dehesa de la Villa, 40°27'15.46"N, 3°43'26.66"O)
- 5) Torres de la Castellana (Bernabéu, 40°27'6.09"N, 3°41'33.00"O)
- 6) Torres de la Castellana (Plaza Castilla, 40°28'45.46"N, 3°41'19.32"O)

La posición aproximada de los sistemas es: 40°27'7.06"N; 3°43'35.89"O

Con ayuda del "Google Earth" puede estime las distancias y azimuts de cada uno de estos blancos (aislados de clutter) a los sistemas radar (no rellene durante la práctica, debe rellanarla antes de ir al laboratorio).

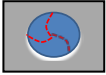
BLANCO	DISTANCIA (km)	Azimut Norte (°)
Torre de Madrid	3.35	158.91
Filosofía B	0.49	228
ETSI de CAMINOS	0.77	215
Cerro de los locos	0.32	40.6
Torres de la Castellana	2.86	94
Torres de la Castellana	3.52	62

Son blancos representativos que también utilizará en el TBI.

Recuerde que los dos sistemas están orientados en su representación a la "Proa del barco", y que la diferencia entre la Proa y el Norte geográfico es de unos 10°.

2 Protocolo de puesta en marcha de los equipos JMA-3710 y JMA3253

a) Identifique los controles más representativos de la unidad de presentación:

- Control de escalas (RANGE)
- Ganancia del receptor
- Control Temporal de la Ganancia o GTC. (AC SEA – SEA CLUTTER)
- Circuito anti Clutter de lluvia o FTC. (AC RAIN– RAIN CLUTTER)
- Control de sintonía (TUNE)
- Supresor de Interferencias (IR) 
- Anillos de distancia variable. VRM
- Líneas de apuntamiento electrónico. EBL

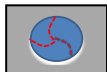
b) Encienda las Fuentes de Alimentación Exteriores a los equipos

c) Realice los siguientes ajustes iniciales de los dos equipos:

- Presione STAND-BY en la unidad de presentación del radar JMA-3253 y POWER-ON para el radar JMA-3710. A partir de ese instante, los dos sistemas comienzan un tiempo de precalentamiento para el oscilador de potencia (Magnetron), de entre 90-180s. Encienda también el osciloscopio.
- **Los controles de sistema JMA-3710 presentan de vez en cuando un comportamiento anómalo, se recomienda comprobar que las acciones deseadas se corresponden con lo ejecutado. Se aconseja presionar con cuidado la esquina inferior derecha en los controles. Tenga paciencia, sobre todo con el control de los anillos variable.**
- Control temporal de la ganancia al mínimo (AC SEA, SEA CLUTTER)
- FTC al mínimo (AC RAIN, SEA RAIN)
- Ganancia al mínimo

d) Al finalizar el tiempo de precalentamiento presione TRANSMIT (JMA-3710) y X-MIT (JMA-3253)

- Seleccione la escala de 3mn y pulso estrecho en ambos sistemas
- Desactive el supresor de interferencias, IR en el equipo JMA-3253. En el otro equipo existe un control con el siguiente indicativo para el supresor de interferencias:



El indicador de la escala de trabajo también muestra la separación entre los anillos de distancia fijos, en este caso 0.5mn. (1mn=1.852km)

En el equipo JMA-3253 el pulso estrecho se selecciona a través del MENU-INICIAR-ENTER. Con ayuda de los cursores seleccione un pulso de 0.35μsg para la escala de 3mn. Para salir de la pantalla de MENU, pulse MENU.

En el equipo JMA-3710 existe un control específico para variar la anchura del pulso:

Pulso estrecho-Pulso Ancho.



Cada escala tiene asignado por defecto unos valores de anchura de pulso transmitido. Si selecciona el pulso estrecho para la escala de 3mn en el equipo JMA-3710, la anchura del pulso transmitido será $0.4\mu\text{s}$. Consulte las tablas de parámetros que se mostraron en las presentaciones de clase.

- Presione EXP en el equipo JMA-3253 para transformar la respuesta de su detector de potencia logarítmico, y convertirla en lineal.
- Seleccione en el equipo JMA-3710 sintonía automática (AUTO TUNE). El equipo JMA-3253 debe estar en sintonía automática, pero compruébelo. MENU-FUNCION-SINTONIA-AUTO-MENU

Los indicadores del nivel de sintonía le permiten comprobar en qué estado está trabajo cada sistema

En estas condiciones el equipo JMA-3710 estará transmitiendo un tren de pulsos de $0.4\mu\text{s}$ de anchura y 10kW de potencia de pico, y el equipo JMA-3253 un tren de pulsos de $0.35\mu\text{s}$ de 4kW de pico.

Calcule (no rellene durante la práctica, debe rellanarla antes de ir al laboratorio) los parámetros de la siguiente tabla.

RADAR Escala 3mn	Anchura de Pulso (μs)	PRF (Hz)	Ciclo de trabajo (%) $\tau \cdot \text{PRF} \cdot 100$	Potencia de Pico kW	Potencia Media W	Rmna (Km) Distancia máxima no ambigua $c/(2 \cdot \text{PRF})$
JMA-3710	0.4/0.8	1552/775	0.062	10	6.20	96/193 km
JMA-3253	0.35/0.7	1500/755	0.052	4	2.08	100/198 km

3 Ganancia del Receptor

En un radar marino como el que está utilizando, la influencia del operador es máxima ya que decide el umbral de detección del equipo, controlando la ganancia del receptor. De tal forma que con este control se varía tanto la probabilidad de falsa alarma como la probabilidad de detección de los blancos.

Si ha seguido las instrucciones correctamente no tendrá ningún eco sobre las pantallas PPI o unidades de presentación, debido a que la ganancia del receptor que ha seleccionado es insuficiente para que los ecos que el sistema capta puedan excitar el primer umbral de cuantificación de cada equipo. Recuerde que los radares trabajan con dos bits.

Puede que en el centro de la pantalla PPI del JMA-3710 los ecos más cercanos pasen el primer nivel de cuantificación (ecos de la terraza y sobre todo el pulso transmitido que se acopla al receptor de diferentes formas).

Cambie las unidades de mn a km

Utilizando el Anillo de Distancia Variable nº 2 (no utilice el nº 1º, no funciona correctamente), VRM, determine de forma aproximada la distancia máxima de estos ecos.. No cambie la escala para esta medida.

Distancia máxima de los ecos en pantalla con ganancia mínima en el equipo JMA-3710 (pulso estrecho 3mn):m

- Compruebe también que en el osciloscopio o pantalla tipo A casi no se aprecian ecos.

Base de Tiempos: 1µ/div Canal-1 (señal de sincronismo) 5v/div Canal-2 0.2v/div (señal de vídeo, recuerde que es negativa)

El osciloscopio está sincronizado con una señal periódica, la señal de sincronismo extraída del sistema JMA-3710 (canal-1, figura superior), que permite ajustar el cero de distancias de los ecos para cada periodo. En el osciloscopio también podrá observar cómo parte de la energía del pulso transmitido llega al receptor porque el aislamiento y la adaptación de antena son finitos, a pesar de estar trabajando los receptores con ganancias muy bajas.

Calcule con ayuda del osciloscopio la distancia en metros entre el flanco de subida de la señal de sincronismo (50%) y el cero de distancia del sistema. Considere que el cero de distancia del sistema es el 50% del flanco de subida de la señal transmitida que se acopla al receptor.

Distancia :m

Los cuatro ficheros de los que dispone para hacer el trabajo TBI han utilizado esa señal de sincronismo para formar las matrices radar. De tal forma que existirá un offset de distancia.

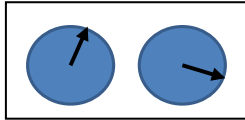
Con la ganancia al mínimo, el sistema está trabajando con el umbral de detección más alto posible (niveles de cuantificación). La señal detectada a la salida del receptor no excita ni el primer nivel de cuantificación. Para disminuir el equivalente al umbral de detección, aumente progresivamente la ganancia del receptor de los equipos hasta observar en su unidad de presentación, que tres tipos de señales han superado el umbral de representación:

1. Las interferencias entre sistemas, que sólo tienen dimensión radial y no son estables vuelta a vuelta. Observe su variación temporal en el osciloscopio respecto al sincronismo del radar. Cuando la ganancia es pequeña aparecen en sectores circulares variables de exploración a exploración. Depende de cuándo los diagramas de radiación de los sistemas se vean por lóbulos de los diagramas de radiación con suficiente ganancia.
2. Ecos procedentes de los blancos (edificios, suelo,...). Los ecos de los blancos tienen dimensión radial y azimutal, y son estables vuelta a vuelta. Los blancos puntuales, cuyo tamaño es menor que la celda de resolución y además están aislados de otros ecos, tienen unas dimensiones semejantes a la celda de resolución del sistema. Tienen forma de sectores de coronas circulares.
3. El ruido del receptor, que sólo tiene dimensión radial, no permanece en la misma posición vuelta a vuelta. La dimensión radial media es equivalente a la resolución en distancia del sistema. Este es el último proceso que aparecerá en pantalla, el de menos potencia, sólo pasa el primer nivel de cuantificación (10). En el equipo JMA-3710 el ruido es verde, y en el equipo JMA-3253 un verde de muy poca intensidad.

Base de Tiempos: 5µs/div Canal-1 (señal de sincronismo) 5v/div Canal-2 1V/div (señal de vídeo)

La señal de vídeo tiene polaridad negativa, y el receptor se satura con -3V a la salida del detector.

El control de ganancia del JMA-3710 se debe situar más o menos a la 1h, y el del JMA-3253 a las 4h.



Comente y compare las imágenes que observa en las unidades de presentación y osciloscopio:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

¿Las dimensiones de las interferencias le parecen razonables? Recuerde que conoce la forma de onda de las señales que transmite cada radar.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Sintonía

El control de sintonía sirve para compensar las derivas en frecuencia que presentan con el tiempo y temperatura los magnetrones de los equipos. Para que un sistema esté bien sintonizado, la diferencia entre la frecuencia de oscilación del magnetrón y el oscilador local del receptor debe coincidir con la frecuencia intermedia del receptor heterodino que incorporan, ya que en esa frecuencia está centrado el filtro del receptor. Cuando un equipo no está bien sintonizado los ecos son eliminados por estar fuera de la banda de paso del filtro, y no llegan a la pantalla. Desactive la sintonía automática. En el equipo JMA-3253 debe ejecutar: MENU-FUNCION-ENTER-SINTONIA MANUAL-ENTER-MENU, en el JMA-3710, AUTOTUNE.

Lo normal es que el número de ecos haya disminuido y los indicadores de sintonía también.

Las interferencias por su nivel de potencia permanecen. Cambie las escalas en el equipo JMA-3253, y observe la variación de las interferencia en ambas pantallas, recuerde que un cambio de escala puede suponer un cambio de anchura de pulso transmitido y PRF.. Vuelva a la escala de 3mn.

Varíe el control de sintonía para observar su efecto en pantalla. Está variando la frecuencia del oscilador local.

Comente, compare y justifique la influencia que tiene sobre las tres señales diferentes: ecos, ruido, e interferencia, el control de sintonía:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Cuando termine, vuelva a dejar el equipo en sintonía automática. Este subsistema varía la frecuencia del oscilador local del receptor hasta encontrar un máximo de potencia de los ecos a la salida del receptor. Los ecos pasan por el filtro sin ser eliminados. El número de manchas en pantalla es el máximo en esta situación.

5. Control temporal de la ganancia. GTC. AC SEA. SEA CLUTTER

El control temporal de la ganancia de un radar pulsado pretende compensar la variación de la potencia de los ecos en función de la distancia, modulando la ganancia del receptor con el tiempo. Como la información de la distancia de los blancos está en el tiempo, modular la ganancia con el tiempo es lo mismo que modular la ganancia con la distancia. La idea es que blancos próximos que tienen más potencia, pasen por el receptor con menos ganancia, y de esta forma comprimir el margen dinámico de las señales que se manejan en el receptor, antes del detector de potencia. En estos sistemas se le denomina control anti Clutter de mar, porque son los retornos de mar cercanos cuando el estado del mar es superior a la marejadilla los que inundan de ecos la parte central de la pantalla PPI de un radar marino.

Osciloscopio en 50µsg/div y 1v/div en canal 2

JMA-3235 escala 6mn

JMA-3710 escala 24mn

Puede comprobar en el osciloscopio que con la ganancia del receptor con la que trabaja en este momento, muchos blancos y todas las interferencias saturan al receptor.

Varíe progresivamente el control temporal de la ganancia y observe tanto en el osciloscopio como en las unidades de presentación la variación magnitud de los ecos con el tiempo o distancia.

Determine de forma aproximada, con los anillos fijos, la máxima distancia de “influencia” del control, con ayuda de los anillos de distancia variables (VRM). En equipo JMA-3710 no utilice el VRM I. Mida también su influencia con el osciloscopio. Le puede ayudar aumentar la ganancia del receptor para observar el efecto del control temporal de la ganancia sobre la potencia de ruido térmico y cambiar las escalas de representación

RADAR	MAXIMA DISTANCIA DE INFLUENCIA DEL GTC (Km)
JMA-3253 PPI	
JMA-3710 PPI	

JMA-3710 OSCILOSCOPIO

Los efectos son distintos en ambos sistemas.

Habr   podido comprobar que el equipo JMA-3253 parece necesitar menos influencia del control temporal de la ganancia con la distancia. Algunos blancos cercanos permanecen siempre.

Justifique por qué necesita utilizar un control temporal de la ganancia menos exigente:

.....

.....

.....

.....

.....

6 Circuito anti perturbación de lluvia. FTC. AC RAIN. RAIN CLUTTER

Seleccione la escala de 6mn para los dos sistemas. Pulso estrecho en el equipo JMA-3710, en el JMA-3253 el que est   por defecto.

- Control temporal de la ganancia al mínimo (AC SEA, SEA CLUTTER)
- FTC al mínimo (AC RAIN, SEA RAIN)

Disminuya la ganancia justo hasta que el ruido térmico deje de pasar el primer nivel de cuantificación del sistema. Anote la posición del mando de ganancia de cada sistema. Indique la posición de los controles de ganancia de cada equipo.

Control de Ganancia JMA-3710:.....h

Control de Ganancia JMA-3253:.....h

Compruebe la influencia del circuito FTC sobre las interferencias del sistema JMA-3253 en la pantalla del radar JMA-3710. Compruebe la influencia del circuito FTC sobre las interferencias del sistema JMA-3710 en la pantalla del radar JMA-3253.

Para poder observar efectos similares en ambos sistemas es necesario que desactive EXP. El filtro paso alto est   a la salida del detector logarítmico. El circuito FTC del equipo JMA-3253 tiene una variación más moderada. Describa como cambia el tamaño radial de las interferencias con la posición del control anti perturbación lluvia.

Comentario:.....

.....

.....

.....

.....

Seleccione los siguientes controles en el equipo JMA-3710. Este apartado sólo se puede hacer con este equipo.

- Escala de 0.25mn

- Control temporal de la ganancia al mínimo (AC SEA, SEA CLUTTER)
- Control de la Ganancia al máximo
- FTC al mínimo (AC RAIN, SEA RAIN)
- Osciloscopio Canal 2 0.5µs/div y 1V/div

En estas condiciones la señal de video del sistema está saturada en todas las direcciones para los primeros instantes de tiempo de cada periodo, como puede comprobar tanto en el osciloscopio como en la unidad PPI. Al menos para las distancias más próximas al radar.

Vaya aumentando progresivamente el control de la FTC. Lo que está observado es como varía la respuesta a un escalón de entrada (saturación) del circuito FTC, y en todas las direcciones de apuntamiento del sistema. En el osciloscopio no observará ninguna variación ya que se toma la señal de vídeo antes del filtro FTC, según llega de la unidad instalada en el exterior. Sitúe el control FTC a las 4h, y con ayuda del anillo variable 2, mida la distancia entre el nivel de cuantificación rojo y verde. La diferencia entre las dos distancias es de 6dB. A partir de esos datos puede calcular la constante de tiempo del circuito FTC, T_{FTC} , ya que conoce la respuesta a un escalón de circuito FTC.

$$V(t) = e^{-t/T_{FTC}}$$

Diferencia de distancias entre los niveles rojo y verde:.....m

Constante de tiempo del filtro FTC en ese punto de trabajo:.....µs

7 Supresor de Interferencias

Seleccione los siguientes puntos de trabajo de los equipos:

- JMA-3253 escala de 24mn, active de nuevo EXP.
- JMA-3710 escala de 1.5mn pulso estrecho
- Control temporal de la ganancia al mínimo (AC SEA, SEA CLUTTER)
- Osciloscopio en 50µs/div y canal 2 1v/div
- FTC al mínimo (AC RAIN, SEA RAIN)
- Ganancia al nivel necesario para ver en pantalla, ecos, ruido e interferencias. Anote la posición de los controles.

Control de Ganancia JMA-3253:.....h

Control de Ganancia JMA-3710:.....h

Como habrá podido comprobar, los pulsos transmitidos por otros radares marinos que trabajan en la misma banda de frecuencias, son mucho más potentes que los ecos de los blancos. En el osciloscopio podrá comprobar una clara saturación de las interferencias del nivel del voltaje a la salida del detector (-3v), incluso aunque estén fuera de sintonía. Para eliminar estas señales no deseadas, los radares marinos utilizan un supresor de interferencias que consiste en llevar a pantalla sólo señales que hayan pasado el nivel de cuantificación y coincidan en posición (R, Θ), en dos vueltas consecutivas de la antena.

Active los supresores de interferencias, IR en los dos equipos.

Comente y compare la influencia que tiene el supresor de interferencias sobre las tres señales: ecos, ruido, e interferencia.

.....

.....

.....

.....

.....

¿Pierde alcance el sistema?

.....

.....

.....

8 Resolución del sistema versus la Ganancia del receptor. Herramientas de medida

En este apartado se va a comprobar la influencia que tiene la ganancia del receptor sobre la resolución en distancia y azimut. Para ello se utilizará un blanco puntual.

- Supresores de Interferencias activado
- Función EXP en el sistema JMA-3253
- Escala de 3mn y pulso estrecho en los dos sistemas.
- Control de ganancia a las 3h, en el JMA-3253
- Control de ganancia a las 11h en el JMA-3710
- No se deben observar, en estas condiciones, manchas en la pantalla producidas por el ruido térmico, ni por interferencias. El ruido no supera el primer nivel. No hay interferencias vuelta a vuelta que coincidan en la misma celda de distancia-azimut.

Con ayuda de los datos proporcionados en la parte teórica rellene la siguiente tabla con las resoluciones en distancia y azimut de los equipos. (no la rellene durante la práctica)

RADAR Escala 3mn	Resolución en distancia teórica para el pulso estrecho	Resolución en distancia teórica para el pulso ancho	Resolución en Azimut (°)	Resolución en Azimut (m) a 3.26Km
JMA-3710				
JMA-3253				

Un blanco puntual es aquel cuyo tamaño es menor que la celda de resolución del sistema.

Para poder comparar la resolución teórica con la resolución que se consigue en la práctica, es necesario disponer de un blanco puntual cuyos ecos no vengan acompañados de Clutter, ecos no deseados. Para ello se va a utilizar como blanco puntual la Torre de Madrid, situada en la plaza de España. La posición aproximada de este blanco es (3.26km, 168°). La distancia del blanco es el comienzo de la mancha y su azimut el centro. El azimut del blanco es respecto a la proa del barco.

Justifique cuantitativamente que la Torre de Madrid es un blanco puntual, y cualitativamente por qué es un blanco sin clutter

.....

.....

.....

.....

.....

Con ayuda de las herramientas de medida del sistema VRM y EBL localice la torre de Madrid.

Mida las dimensiones de la macha producida por la torre de Madrid para esa posición de la ganancia y para los dos tipos de anchura de pulso que se pueden transmitir en esa escala.

RADAR	Tamaño en Distancia	Tamaño en Distancia	Tamaño en Azimut	Tamaño en Azimut
Escala 3mn	Pulso Estrecho (m)	Pulso Ancho (m)	Pulso Estrecho (°)	Pulso Ancho (°)
JMA-3710				
JMA-3253				

Compruebe que la función EXP incrementa el tamaño de las manchas en el equipo JMA-3253.

De forma cualitativa compruebe el efecto que tiene el control de ganancia sobre las dimensiones en distancia y azimut de la mancha de un blanco puntual.

Justifique el origen de estas variaciones

.....

.....

.....

.....

.....

Realice el mismo tipo ejercicio con las torres de la Castellana (Bernabéu, 2.8Km, 106°) y compare el comportamiento de los dos equipos en resolución. Justifique el resultado.

.....

.....

.....

.....

.....

Localice en la unidad PPI y mida la posición de las torres de la Castellana en la Plaza de Castilla

.....

.....

9 Estelas

Los radares marinos actuales disponen de una funcionalidad muy simple denominada ESTELA en el equipo JRC-3253, y PLOT en el JMA-3710. Consiste en tener persistencia en pantalla de las manchas obtenidas durante una serie de vueltas. De alguna forma el operador junto con

esta funcionalidad realiza las operaciones básicas del procesador de datos radar, y puede determinar las pistas o trazas de los blancos.

Ponga en StandBy el equipo JMA-3253

Seleccione los siguientes parámetros para el equipo JMA-3710:

- Escala 24mn, pulso ancho
- Supresor de Interferencias desactivado
- Ganancia del receptor el mayor valor posible sin que el ruido térmico llegue a la unidad de presentación
- Control Temporal de la Ganancia al mínimo
- Circuito anti Clutter de lluvia al mínimo
- Sintonía automática

Presione INTERVAL hasta que aparezca PLOT F en la parte inferior de la pantalla. A partir de ese punto el sistema tiene persistencia infinita. Toda celda de distancia y azimuth que haya tenido nivel de cuantificación significativo queda en negro en pantalla. Puede utilizar el CLEAR para reiniciar el proceso.

Un foco de pistas o trazas se encuentra en el aeropuerto de Barajas, a 17.8Km y 56° referenciado a la proa del barco. Como depende de la dirección de despegue de cada día hay que tener un poco de paciencia. El control CLEAR le permite borrar la historia.

Hay una aerovía justo a 180° de Barajas, donde suelen aparecer blancos móviles.

Este apartado precisa paciencia y suerte pues se trabaja con blancos de oportunidad. Incluso si usted se despista quedará la traza en pantalla. Si algún sistema que trabajase en la misma banda le interfiriese quedaría marcada la dirección en la pantalla y se tendría identificada la posición de la fuente. No sucede lo mismo en el otro sistema donde la persistencia es finita. Podrá comprobar la diferencia en alcance de los equipos si tiene blancos móviles lejanos.

Mientras espera mida con un cronómetro el número de revoluciones por minuto de la antena (rpm).

Rellene la tabla con los datos de las trazas observadas y haga una fotografía de la escena para mostrar en presentación del TBI. Compare sus resultados con las aerovías cercanas a Madrid.

Traza	Distancia Inicial (m)	Azimuth Incial (°)	Distancia Final (m)	Azimuth Final(°)
1				
2				
3				
4				