

## UC 416 - Objetivos 1.1 e 1.5

Sensores e armas *Underwater Warfare* (UWW)

Comando Naval | 1TEN Luís Soares | Chefe da Seção de Subsuperfície





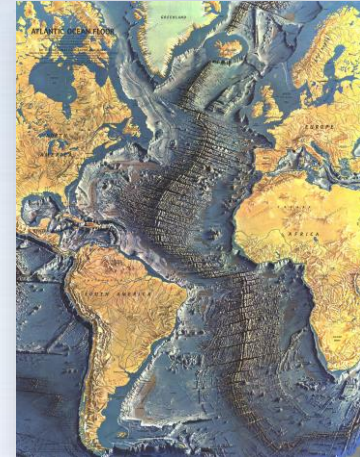
- Ensino à distância
- Interação reduzida
- Classificação de segurança da informação - NÃO CLASSIFICADO
- Dúvidas a colocar durante os tempos letivos previstos - funcionalidade *levantar a mão* (MS Teams)
- Questões a serem colocadas durante as aulas - sequência aleatória
- Disponibilidade fora do período das aulas - por email
- Abordagem parcial



- Aprender funciona nos dois sentidos
- Câmara e microfone desligado - responsabilidade
- Presença e atenção disponibilizada - maior esforço de ambas as partes
- Gestão das expectativas (de ambas as partes) - adaptação e resiliência
- Sobreposição de objetivos - esperada e inevitável

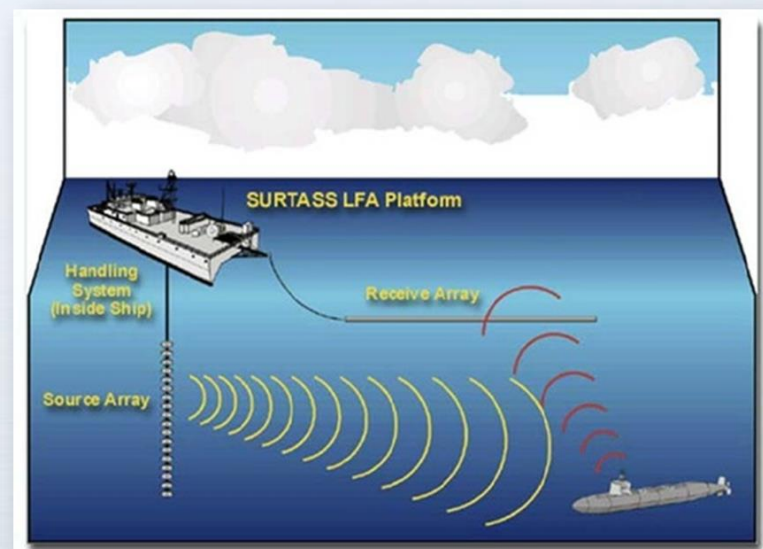


- Sensores acústicos fixos
  - *Sound Surveillance System (SOSUS)*
  - *Advanced Deployable System (ADS)*
  
- Sensores acústicos móveis
  - *Sonar de casco (Hull Mounted Sonar (HMS))*
  - *Sonar de profundidade variável (Variable Depth Sonar (VDS))*
  - *Surveillance Towed Array Sensor System (SURTASS)*
  - *Integrated Undersea Surveillance System (IUSS)*

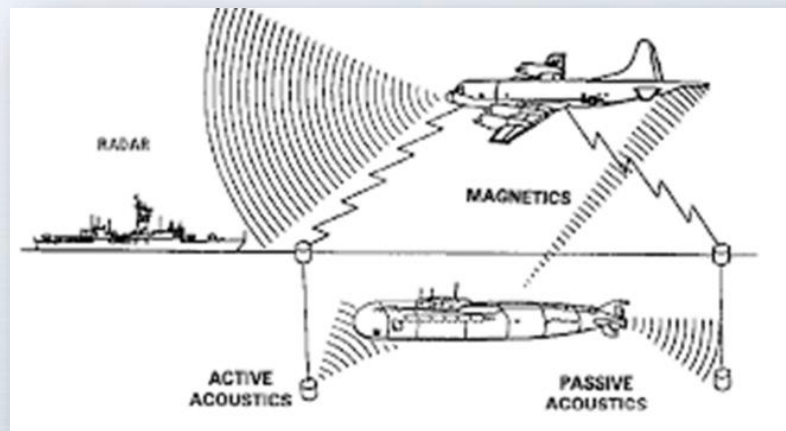




- Sensores acústicos móveis (continuação)
  - *Low Frequency Active Sonar (LFAS)*
  - Sonobóias
- Sensores acústicos - proteção da vida marinha



- Sensores não acústicos
  - Visual
  - *Magnetic Anomaly Detector (MAD)*
  - *Infrared (IR)*
  - *Light Detection and Ranging (LIDAR)*
  - *Electronic Support Measures (ESM)*
  - Radar





- A vigilância marítima é a capacidade de monitorizar todas as atividades no domínio marítimo, de forma a apoiar o processo de decisão
- A vigilância marítima usa todas as fontes de informação disponíveis - acústica e não acústica - para obter uma noção compreensiva da situação
- O Conhecimento Situacional Marítimo (CSM) é a compreensão efetiva das atividades no domínio marítimo, que permite aos decisores, e à comunidade operacional, atuar de forma oportuna, precisa e eficaz
- O CSM pretende avaliar os efeitos da ação, minimizar os riscos e rentabilizar o emprego de recursos

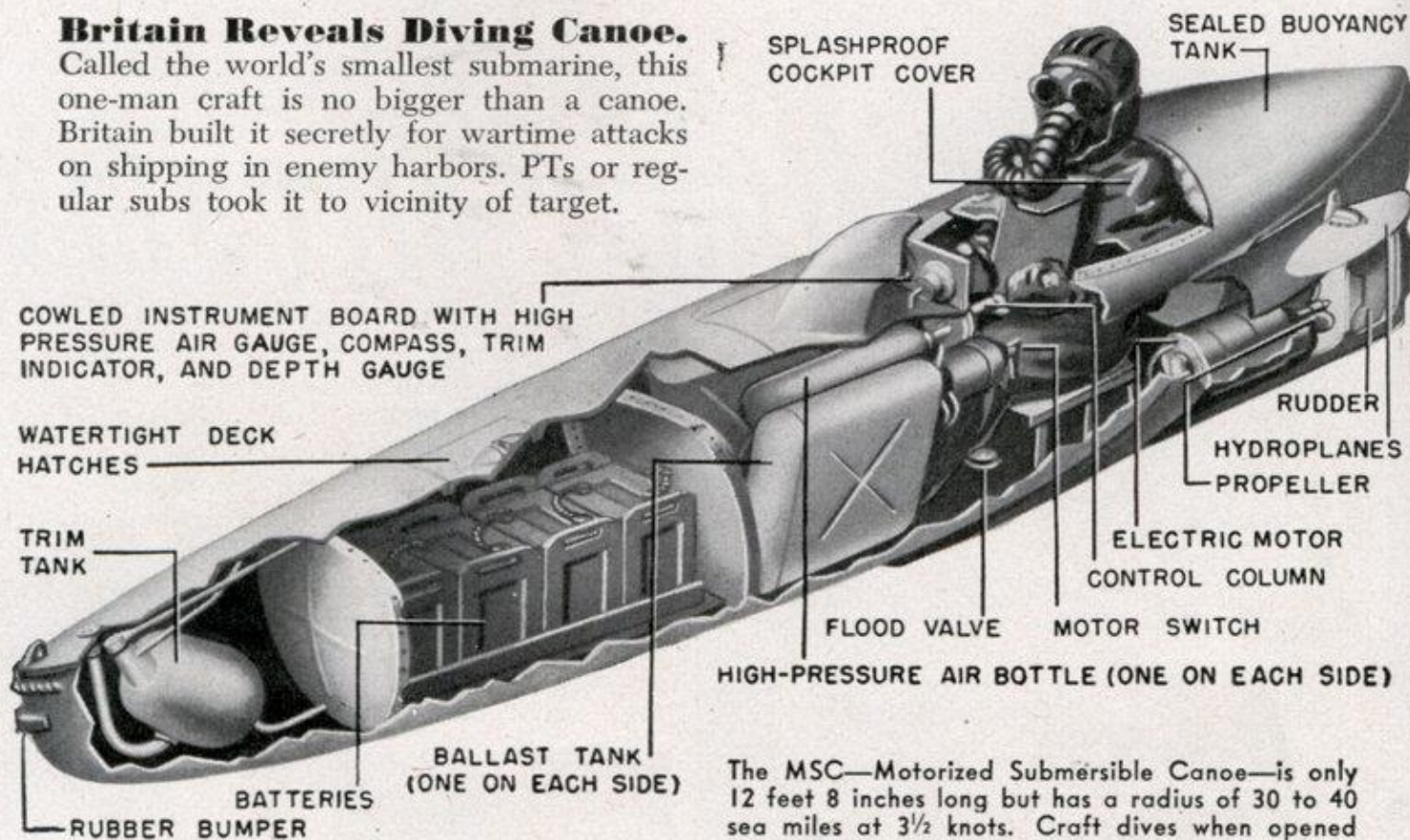
- Na vigilância marítima atual é preciso observar de uma forma contínua, e por vezes encoberta





### Britain Reveals Diving Canoe.

Called the world's smallest submarine, this one-man craft is no bigger than a canoe. Britain built it secretly for wartime attacks on shipping in enemy harbors. PTs or regular subs took it to vicinity of target.



The MSC—Motorized Submersible Canoe—is only 12 feet 8 inches long but has a radius of 30 to 40 sea miles at 3½ knots. Craft dives when opened valves flood ballast tanks. For attacks, always made at night, pilot was strapped in for 10 hours or more.

# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

*Anti-submarine Warfare (ASW)*





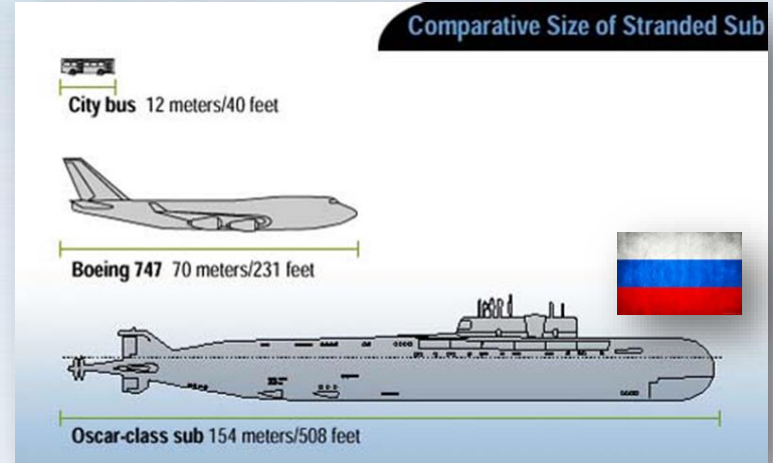
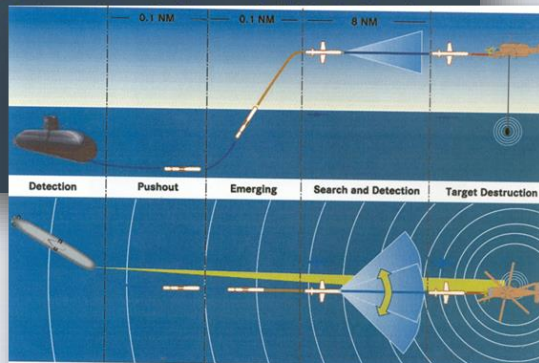
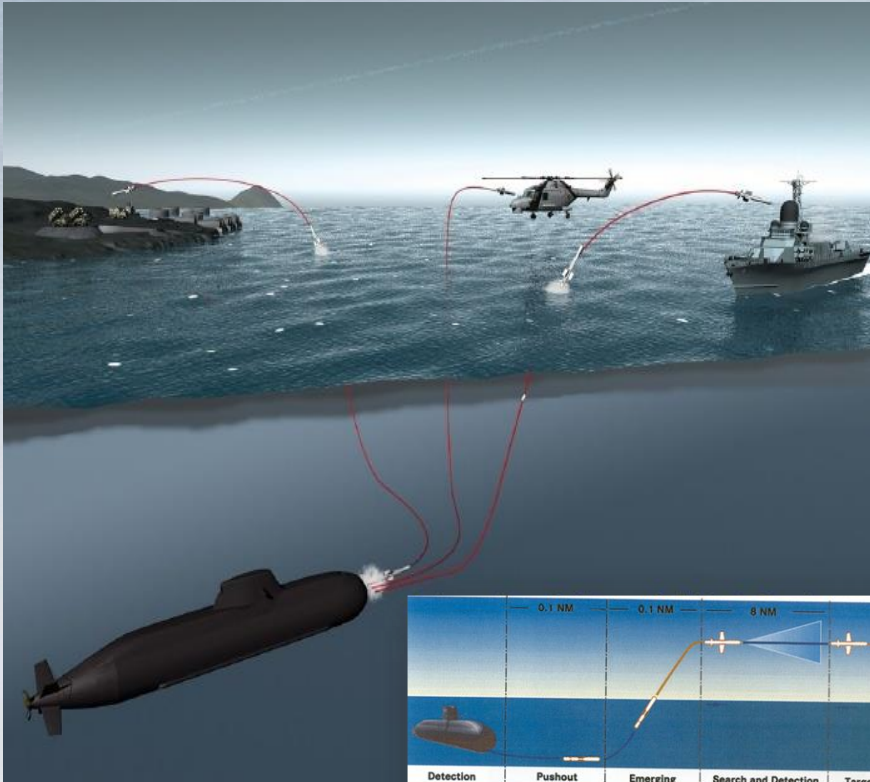
- Submarinos, porquê?



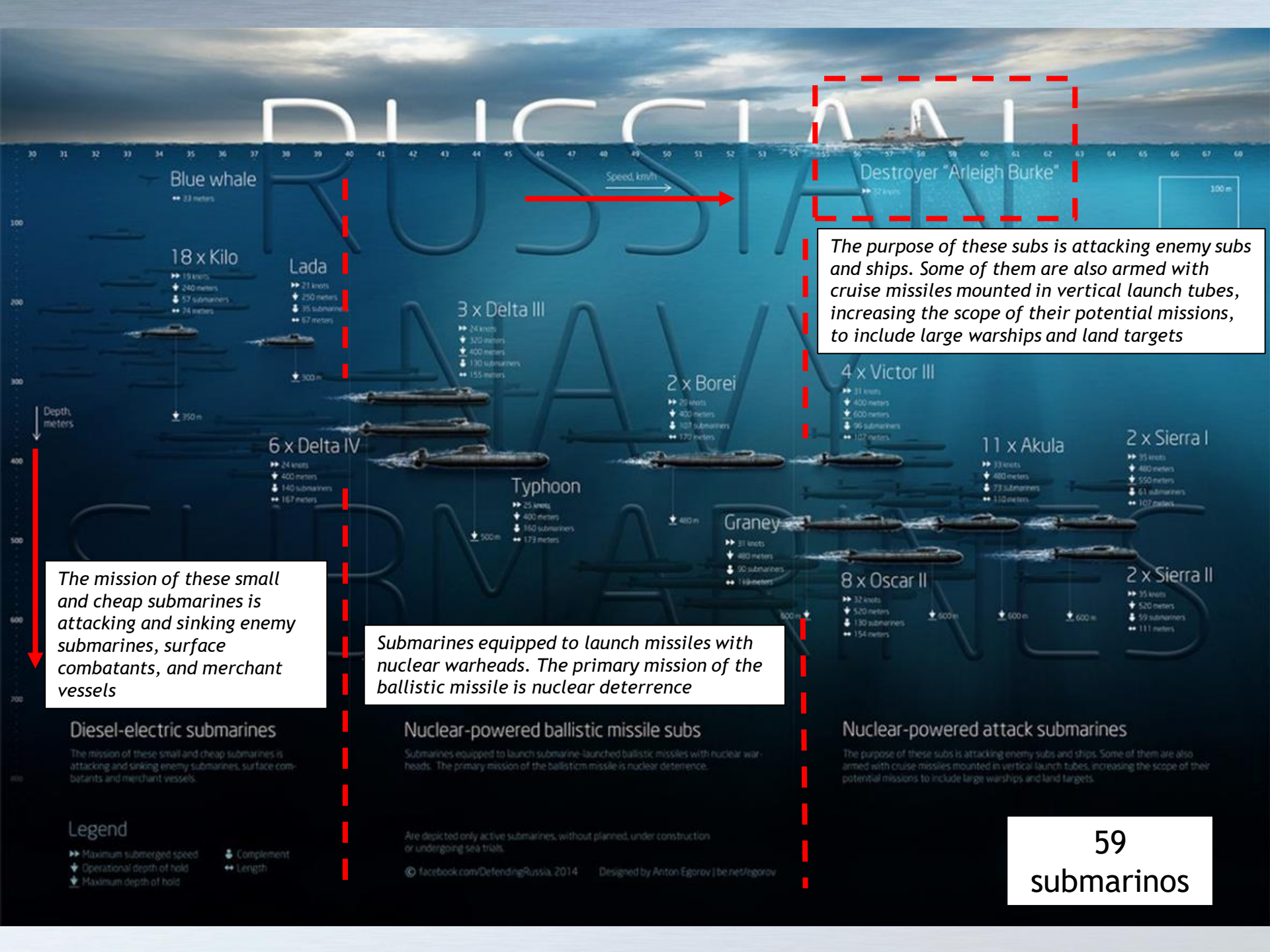
- Custo aquisição, operação e manutenção combinados são reduzidos - países com reduzido poder económico procuram submarinos convencionais
- Capacidade dissuasão por suposta presença/negar a utilização do mar
- Exige forças numerosas para contrariar a sua presença
- Explora surpresa e cria incerteza
- Melhor meio para operações discretas: vigilância, recolha de informação, minagem, operações especiais, ataques cirúrgicos
- Alta sustentação para combate - longe da base naval

# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## *Anti-submarine Warfare (ASW)*







The purpose of these subs is attacking enemy subs and ships. Some of them are also armed with cruise missiles mounted in vertical launch tubes, increasing the scope of their potential missions, to include large warships and land targets

The mission of these small and cheap submarines is attacking and sinking enemy submarines, surface combatants, and merchant vessels

Submarines equipped to launch missiles with nuclear warheads. The primary mission of the ballistic missile is nuclear deterrence

**Diesel-electric submarines**

The mission of these small and cheap submarines is attacking and sinking enemy submarines, surface combatants and merchant vessels.

**Nuclear-powered ballistic missile subs**

Submarines equipped to launch submarine-launched ballistic missiles with nuclear warheads. The primary mission of the ballistic missile is nuclear deterrence.

**Nuclear-powered attack submarines**

The purpose of these subs is attacking enemy subs and ships. Some of them are also armed with cruise missiles mounted in vertical launch tubes, increasing the scope of their potential missions to include large warships and land targets.

**Legend**

- ▶▶ Maximum submerged speed
- ↓ Complement
- Operational depth of hold
- Length
- ↓ Maximum depth of hold

Are depicted only active submarines, without planned, under construction or undergoing sea trials.

© facebook.com/DefendingRussia, 2014. Designed by Anton Egorov | be.net/egorov

59  
submarinos

- Objetivo
  - Negar ao adversário o uso eficaz dos seus submarinos
  
- Tarefas
  - Localizar e neutralizar ou destruir submarinos
  - Assegurar a chegada segura e atempada de navios mercantes, ou forças
  - Proteger alvos terrestres de ataques submarinos
  - Proteger vias marítimas da inserção de submarinos
  - Negar operações de submarinos numa área (deteção e dissuasão)







# Sensores e armas *Underwater Warfare* (UWW)

## *Anti-submarine Warfare* (ASW)



- Princípios

- O submarino opera abaixo da linha de água, é manobrável e pode variar a sua velocidade e profundidade - alvo evasivo
- A posição do submarino pode ficar conhecida apenas após se apresentar como uma ameaça, ou ter efetuado um ataque
- O *ASW Commander* (ASWC) pode estar distante do local da ação
- Delegação da responsabilidade significativa

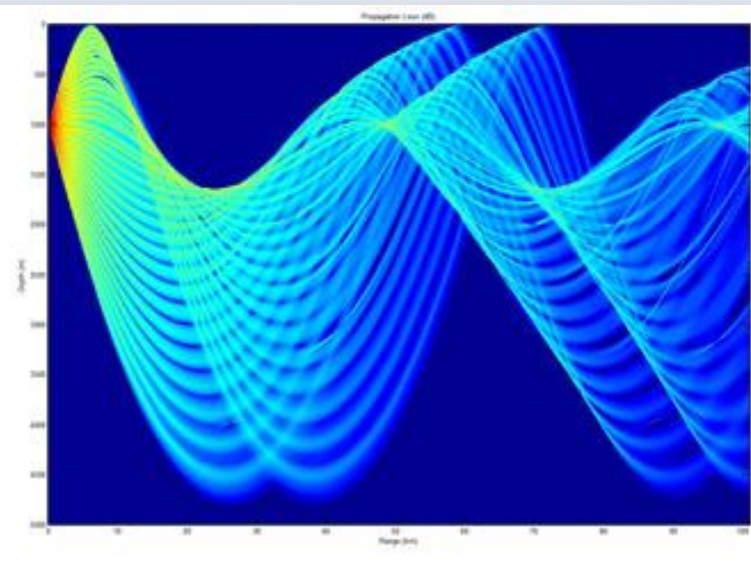
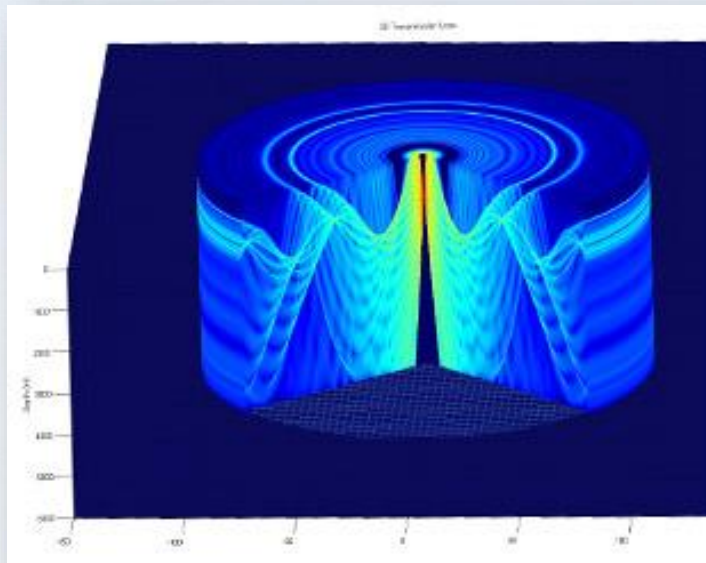


- Princípios (continuação)

- Os sensores acústicos são o meio primário de deteção e localização
- Distâncias de deteção e contradeteção podem variar muito, consoante o equipamento e as condições ambientais (oceanográficas)
- Regra geral, os helicópteros e as aeronaves de asa fixa são menos vulneráveis aos submarinos - mísseis antiaéreos
- Se à cota periscópica, os submarinos podem ser detetados por meios não acústicos



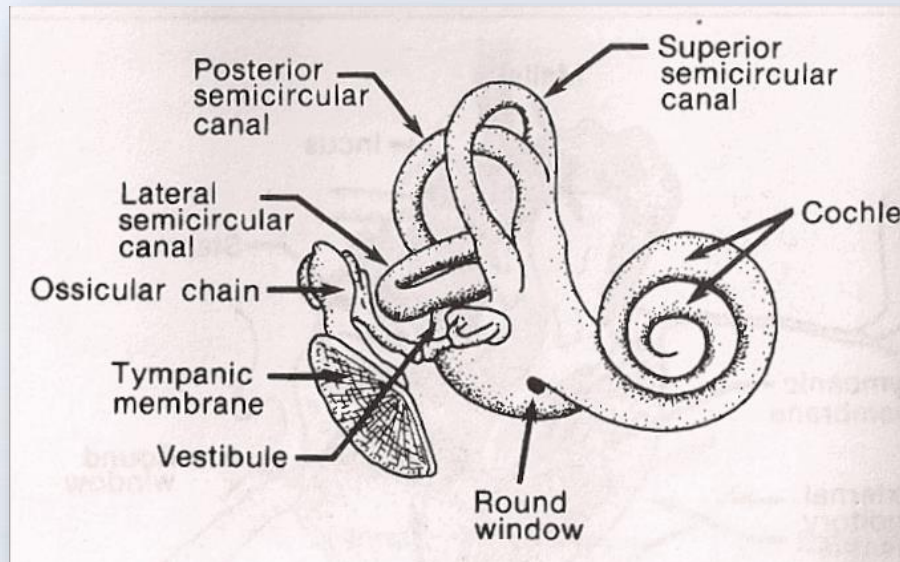
- Distâncias de detecção - sensores e armas ASW
  - Curto alcance - menor que 5000 jardas
  - Médio alcance - entre 5000 e 15000 jardas
  - Longo alcance - maior que 15000 jardas



- Fatores a considerar após ganhar contacto com um submarino adversário
  - Distância
  - Capacidades e alcances ASW próprios - sensores e armas
  - Grau de ameaça para a força a proteger
  - Grau de confiança atribuído à deteção - classificação do contacto



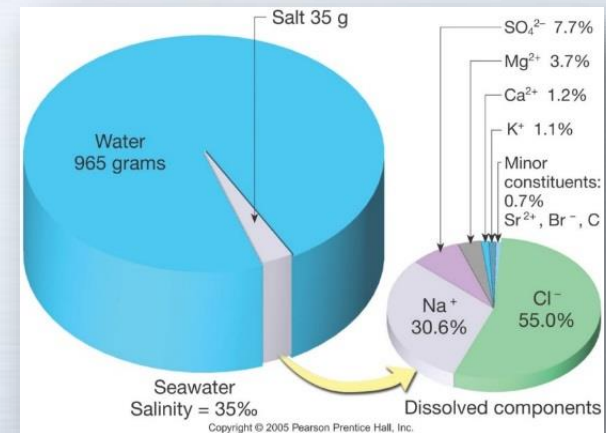
- Em 1827 é medida a velocidade do som na água  $\approx 1500$  metros/segundo
- Final do século XIX - estudo da propagação do som na água
- Transdução - conversão da eletricidade em som e vice-versa

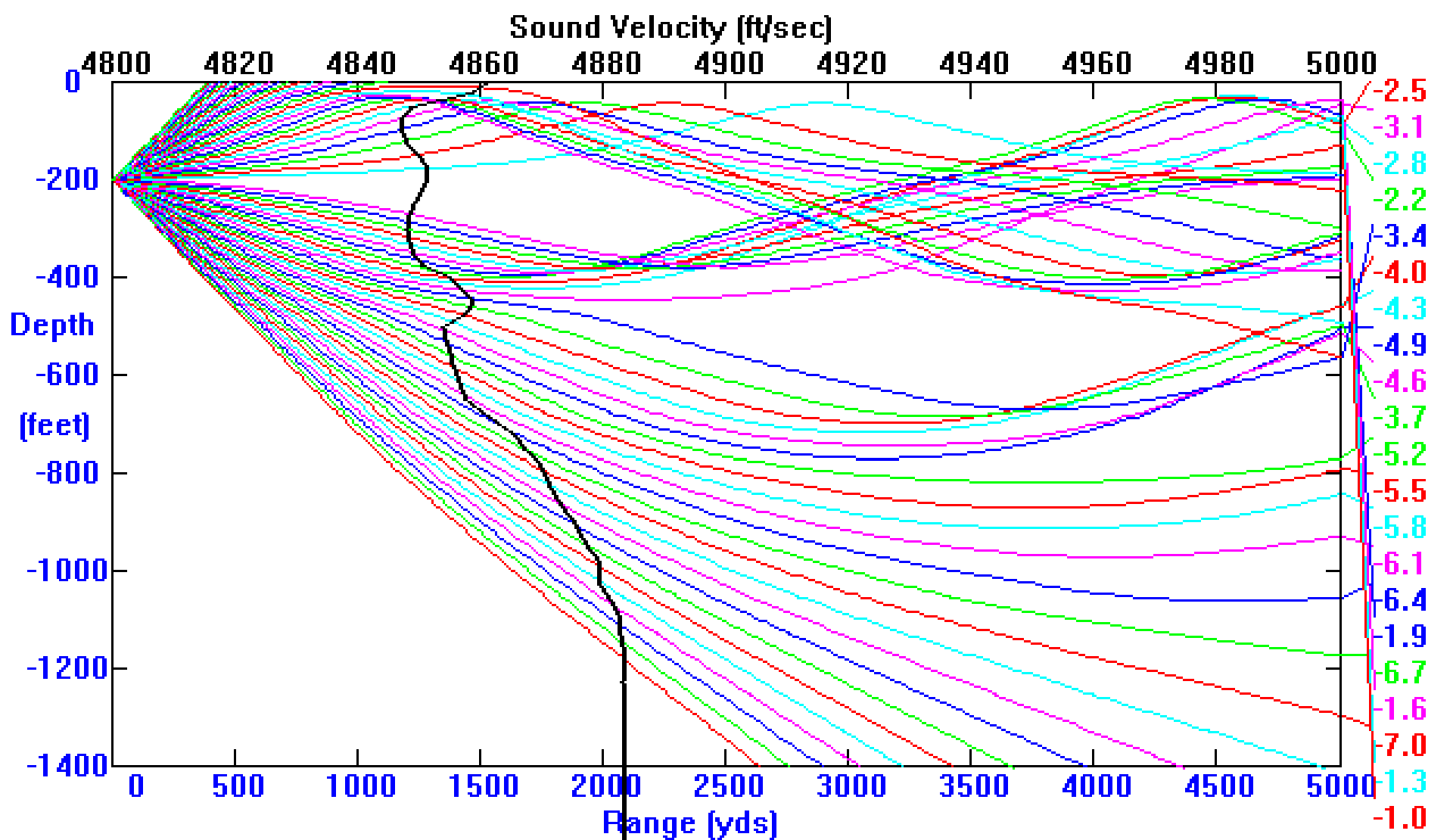




- O aumento da TEMPERATURA, PRESSÃO e SALINIDADE da água faz aumentar a velocidade de propagação do som na água, e vice-versa
  - $1^{\circ} \text{C} \approx 3 \text{ m/s}$
  - $100 \text{ m} \approx 1,7 \text{ m/s}$
  - $1 \text{ parte por mil} \approx 1,3 \text{ m/s}$
  
- O som é uma onda, propaga-se através da vibração das partículas de um meio
  - água ou ar

Meio	Som (m/s)
Vácuo	0
Ar	$\approx 343$
Água	$\approx 1480$

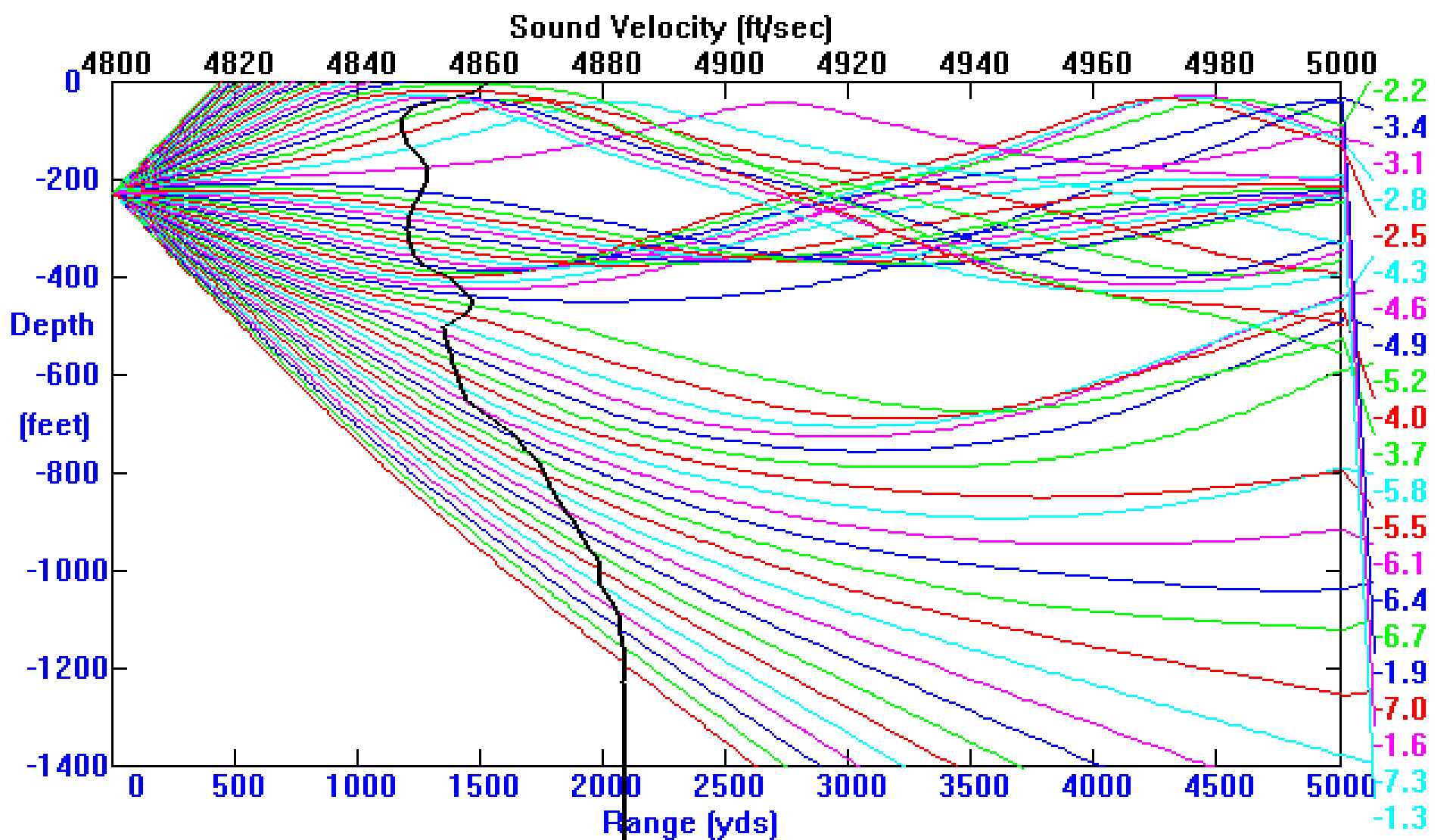




Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 200 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3

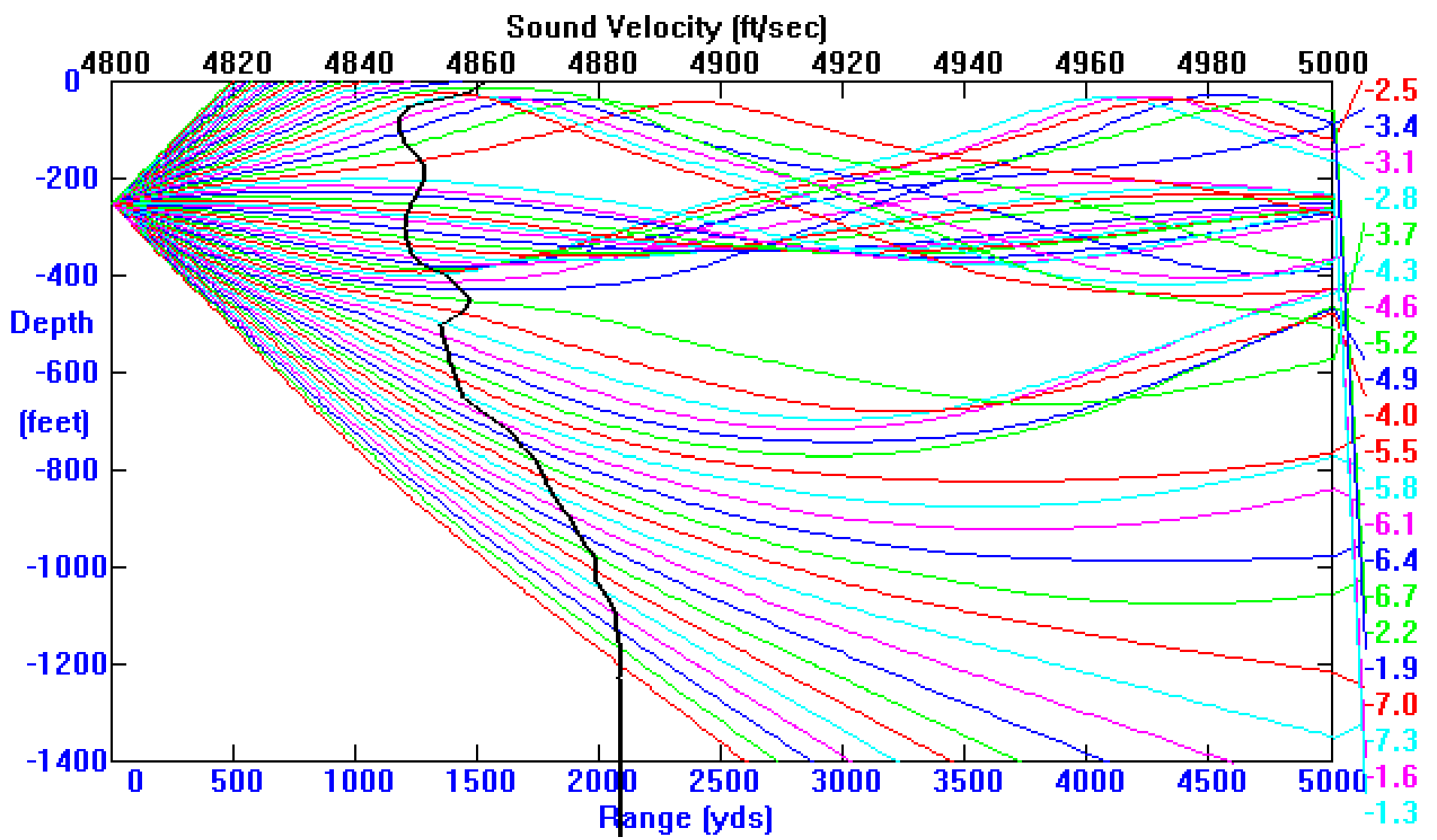


Date: 05/ 7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 225 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3

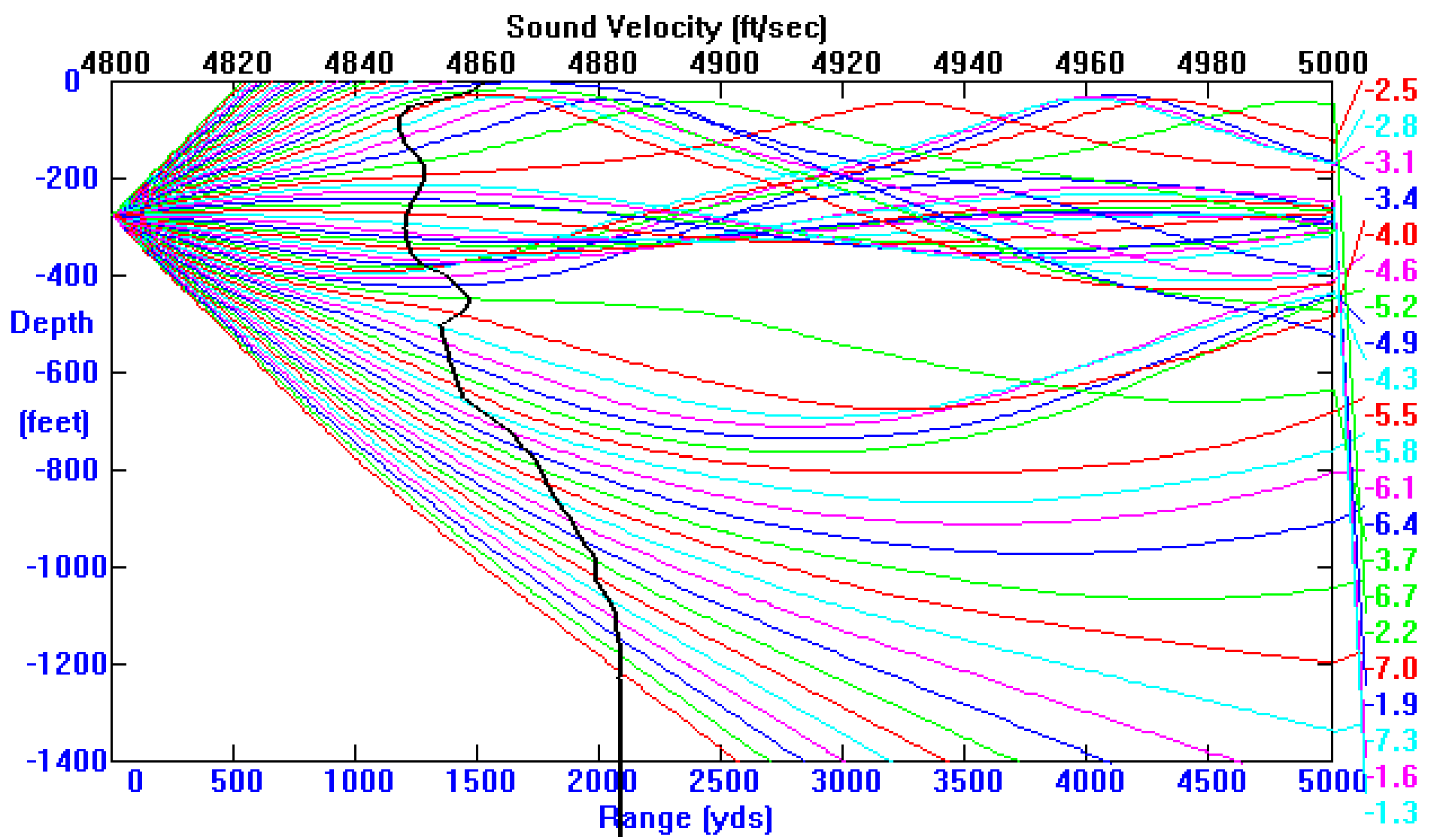




Date: 05/ 7/102  
 Time: 08:46:00  
 DV Table: 1

Source Depth: 250 ft.  
 Xposit: 19584 Yds.  
 Yposit: -736 Yds.

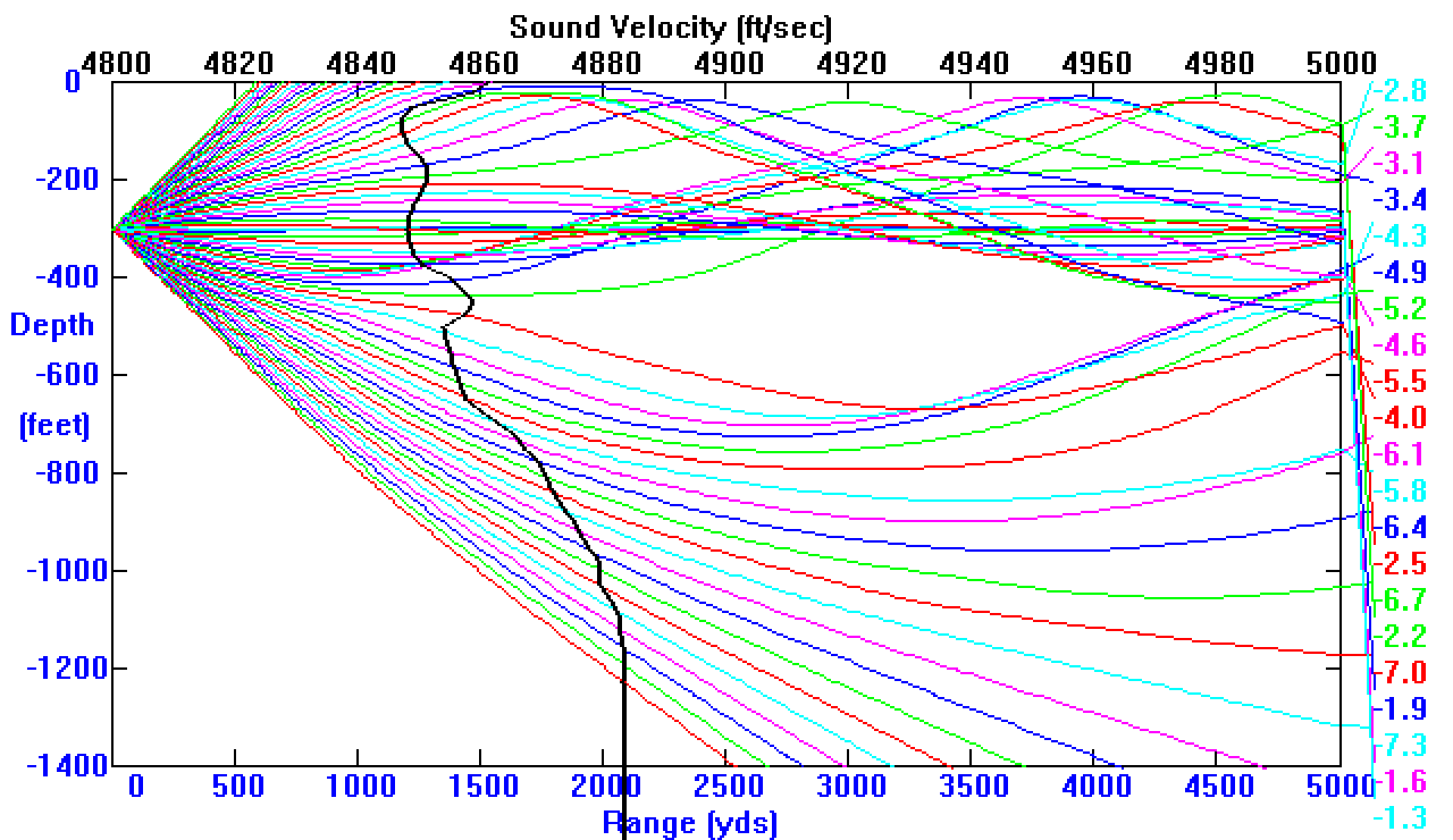
Initial Angle: 10.0  
 Final Angle: -10.0  
 Angle Increment: 0.3



Date: 05/7/102  
 Time: 08:46:00  
 DV Table: 1

Source Depth: 275 ft.  
 Xposit: 19584 Yds.  
 Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
 Final Angle: -10.0  
 Angle Increment: 0.3

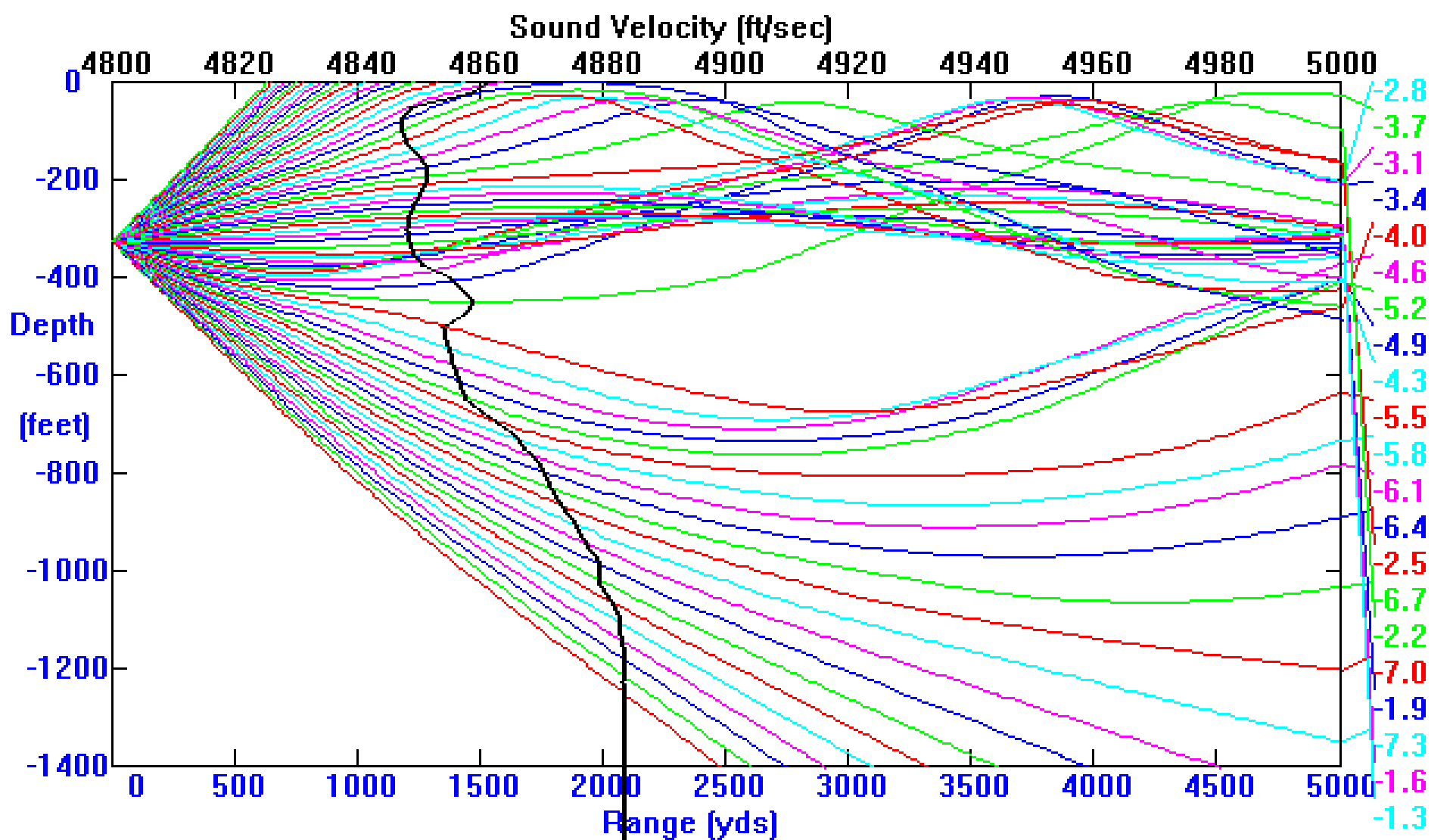


Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 300 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3

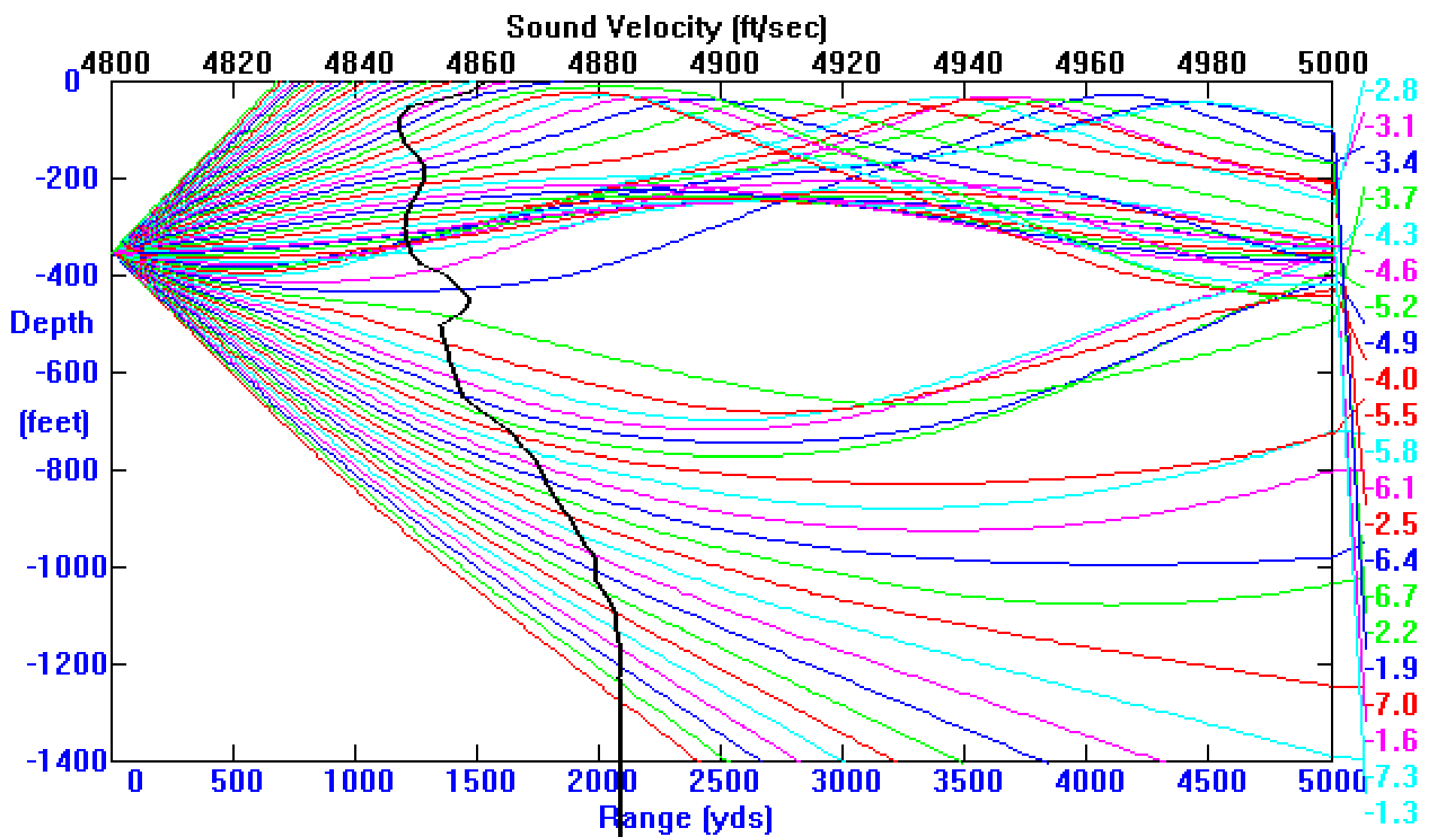




Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 325 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

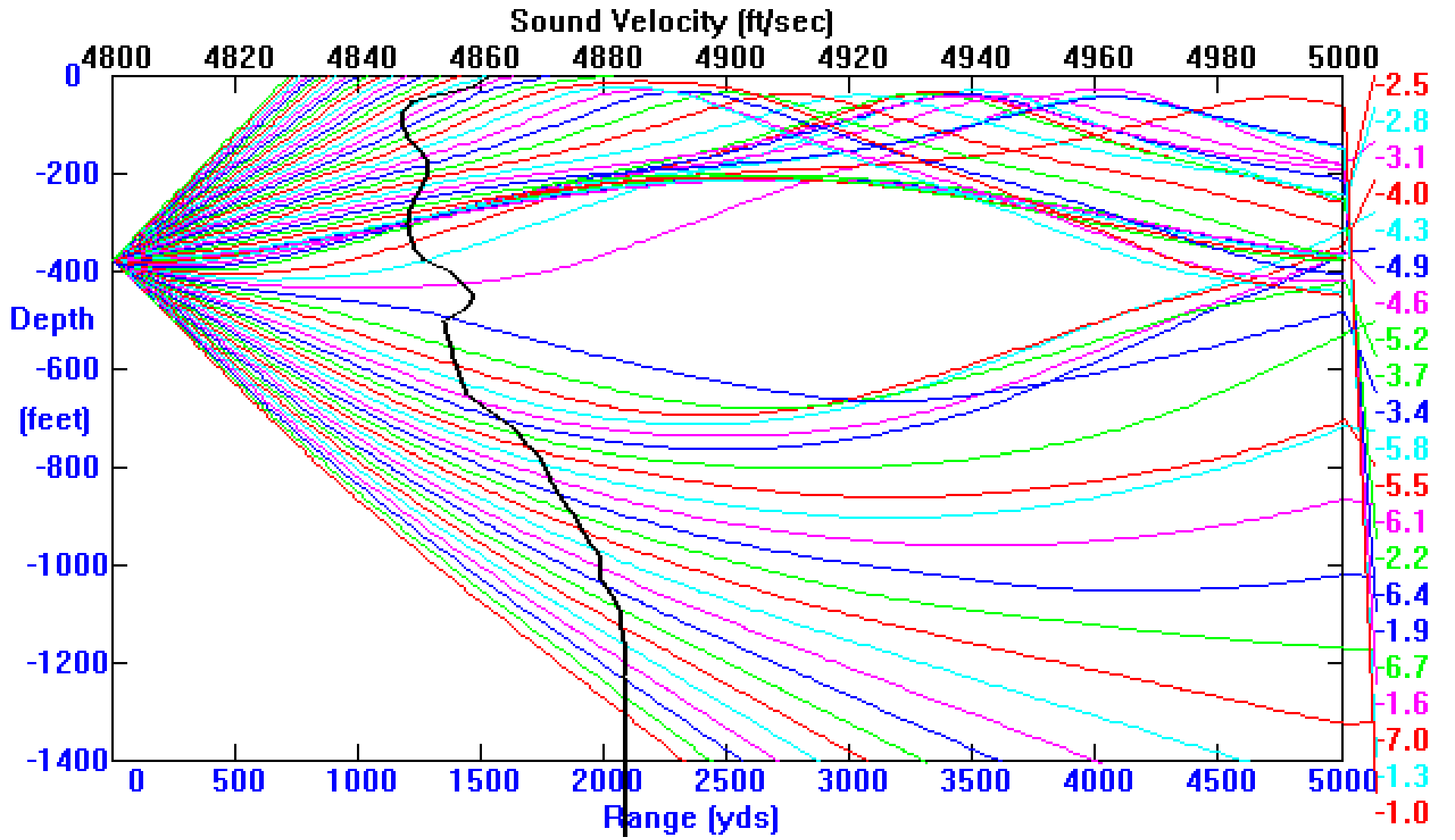
Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3



Date: 05/7/102  
 Time: 08:46:00  
 DV Table: 1

Source Depth: 350 ft.  
 Xposit: 19584 Yds.  
 Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
 Final Angle: -10.0  
 Angle Increment: 0.3

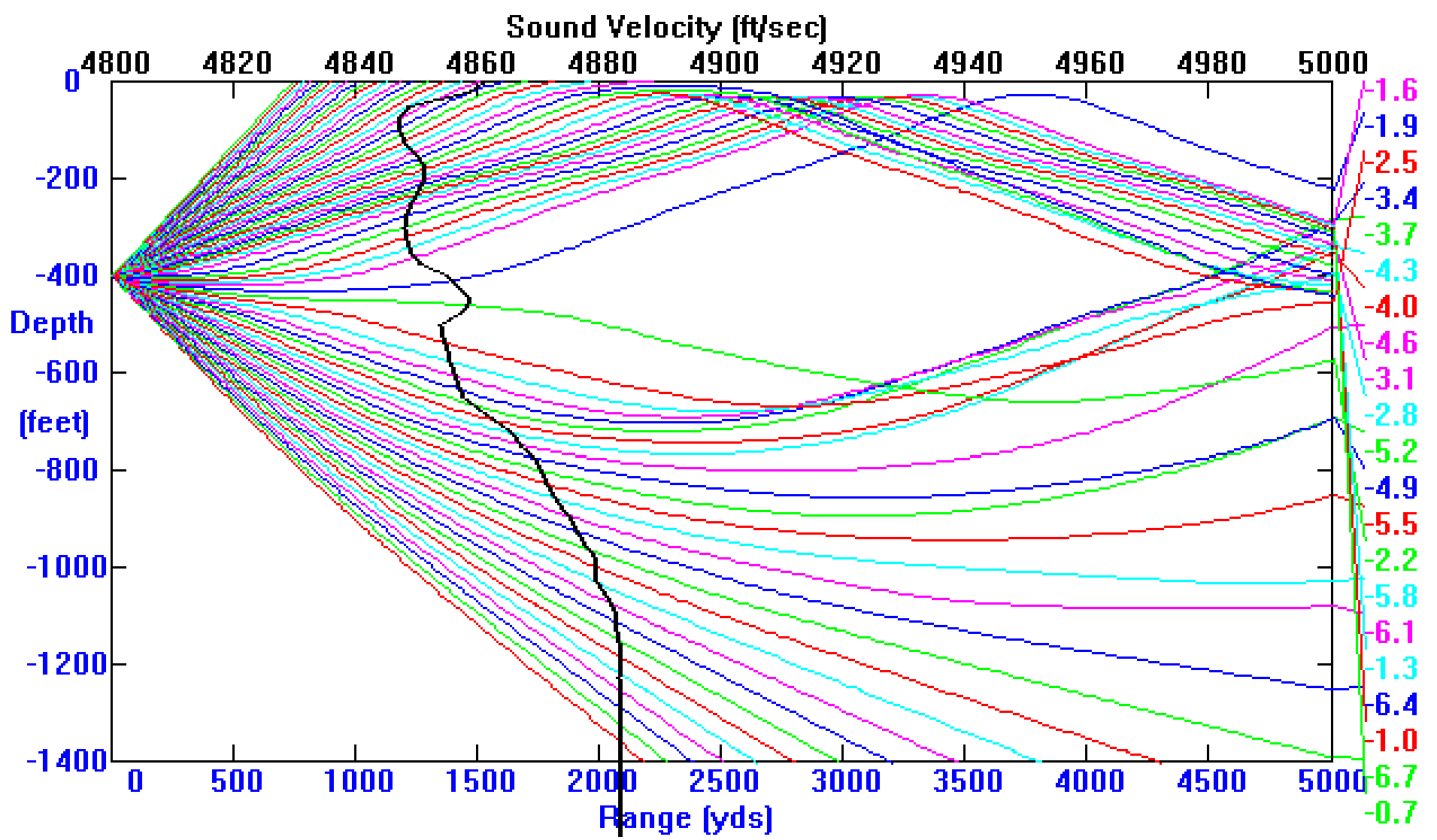


Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 375 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3

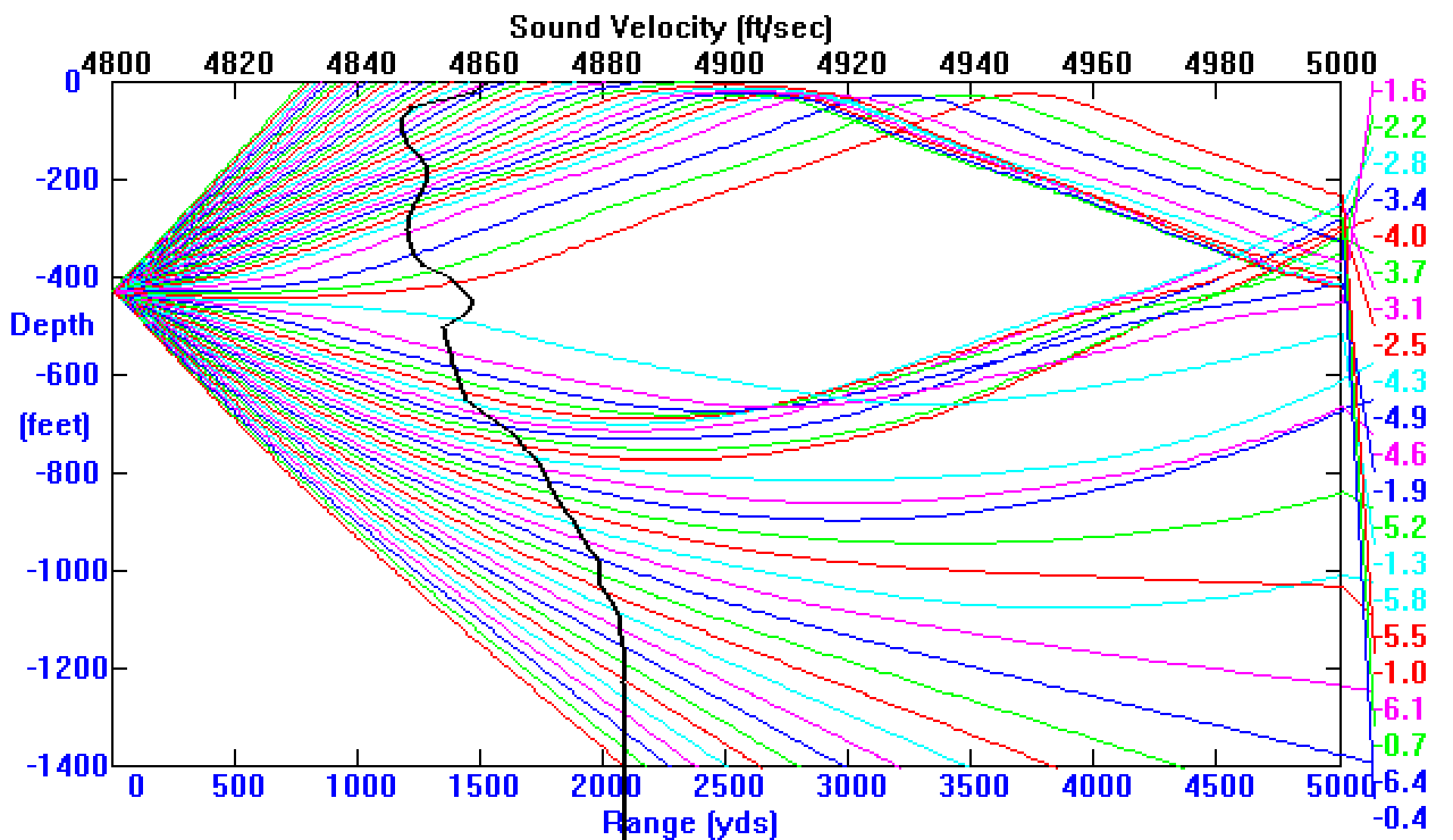




Date: 05/7/102  
 Time: 08:46:00  
 DV Table: 1

Source Depth: 400 ft.  
 Xposit: 19584 Yds.  
 Yposit: -736 Yds.

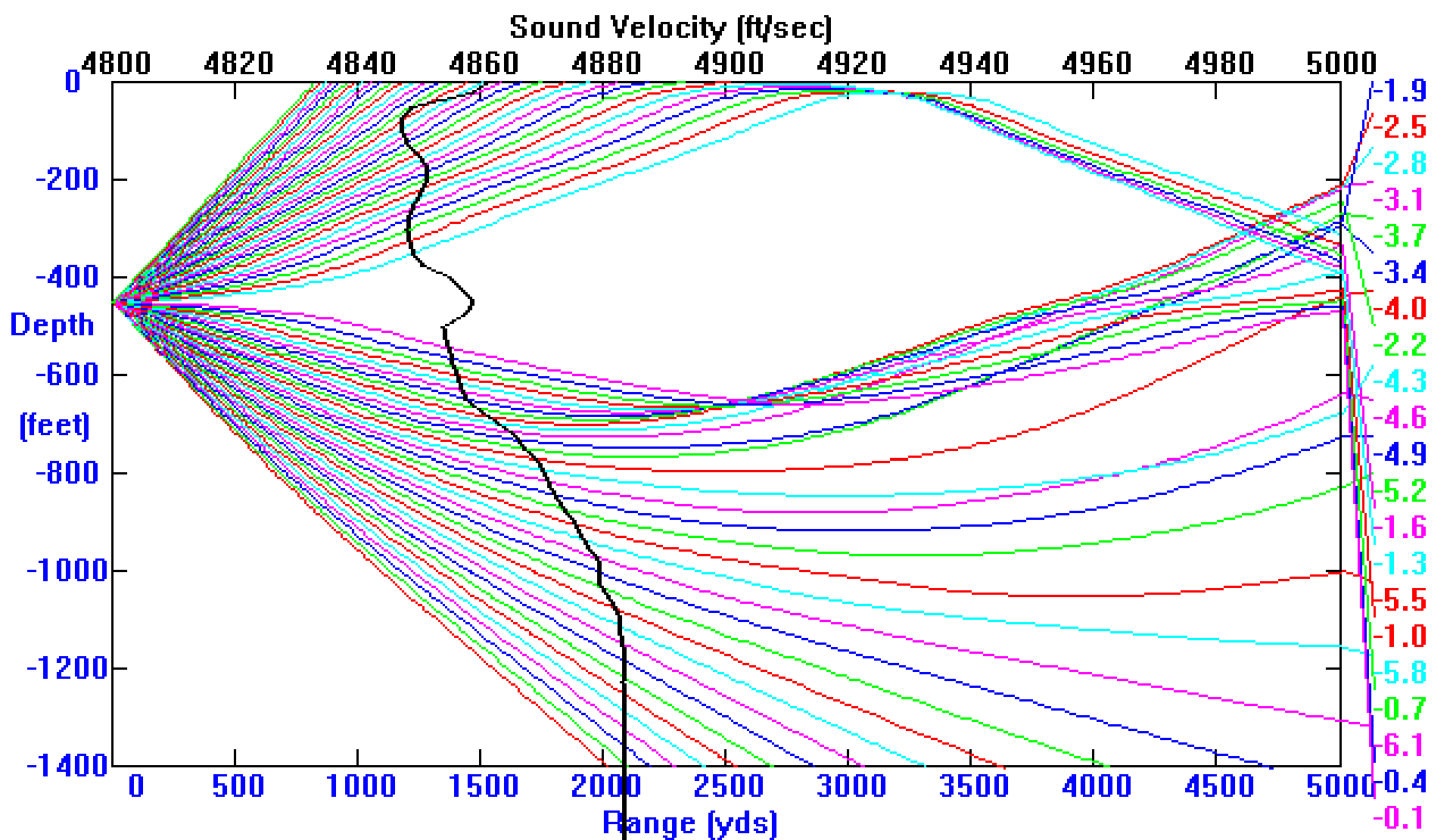
Initial Angle: 10.0  
 Final Angle: -10.0  
 Angle Increment: 0.3



Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 425 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

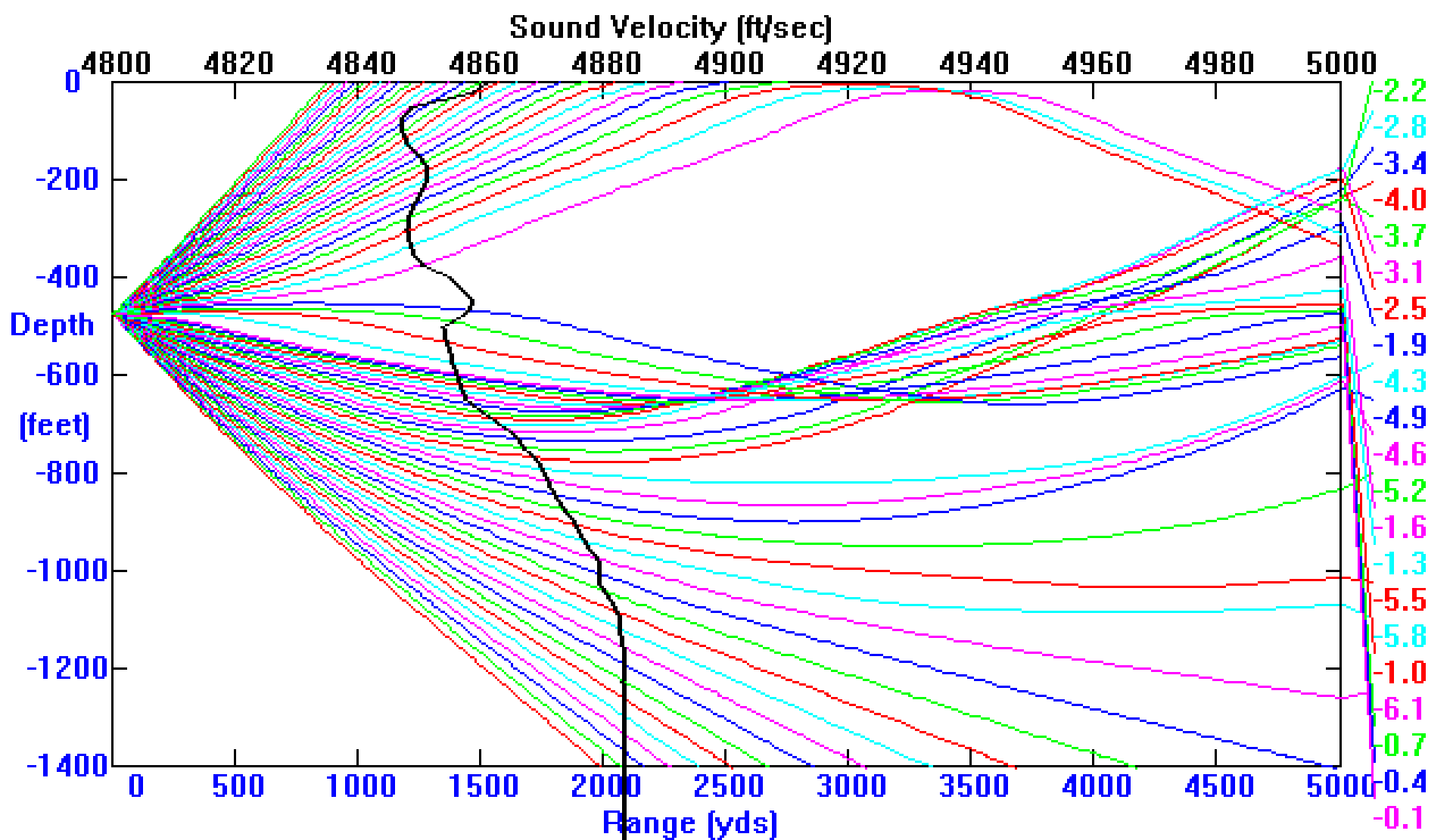
Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3



Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 450 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3

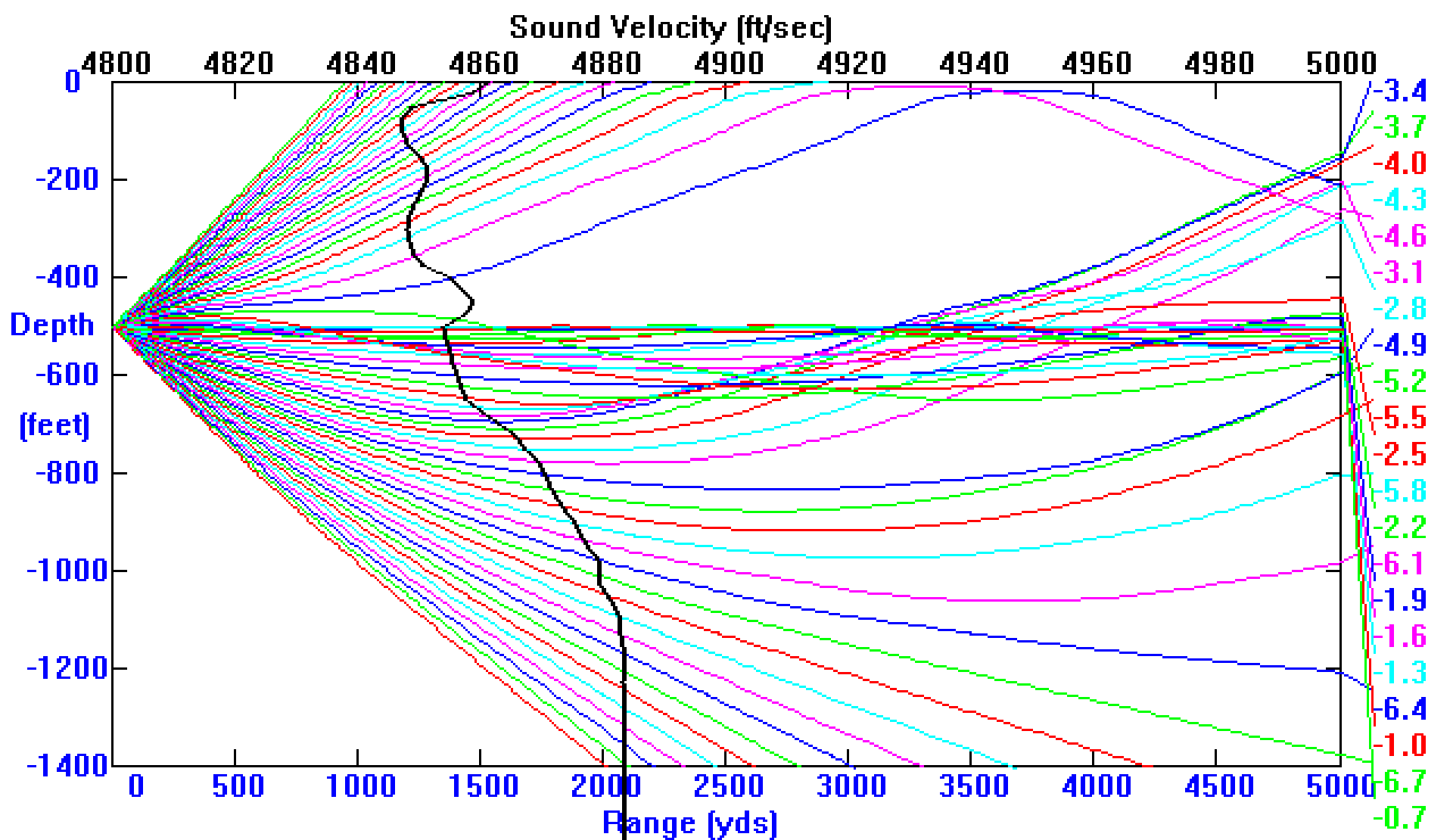


Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 475 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3

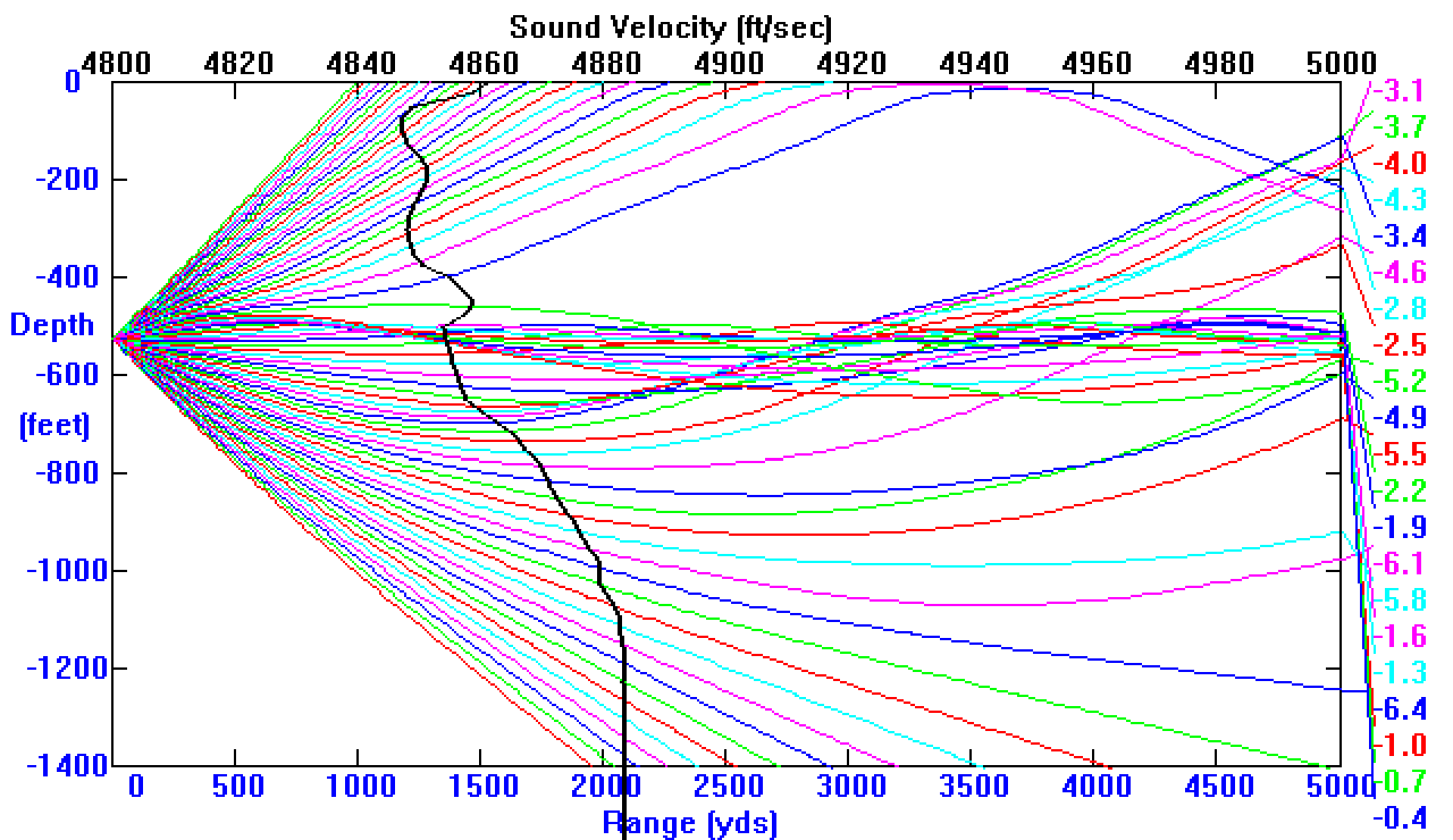




Date: 05/7/102  
 Time: 08:46:00  
 DV Table: 1

Source Depth: 500 ft.  
 Xposit: 19584 Yds.  
 Yposit: -736 Yds.

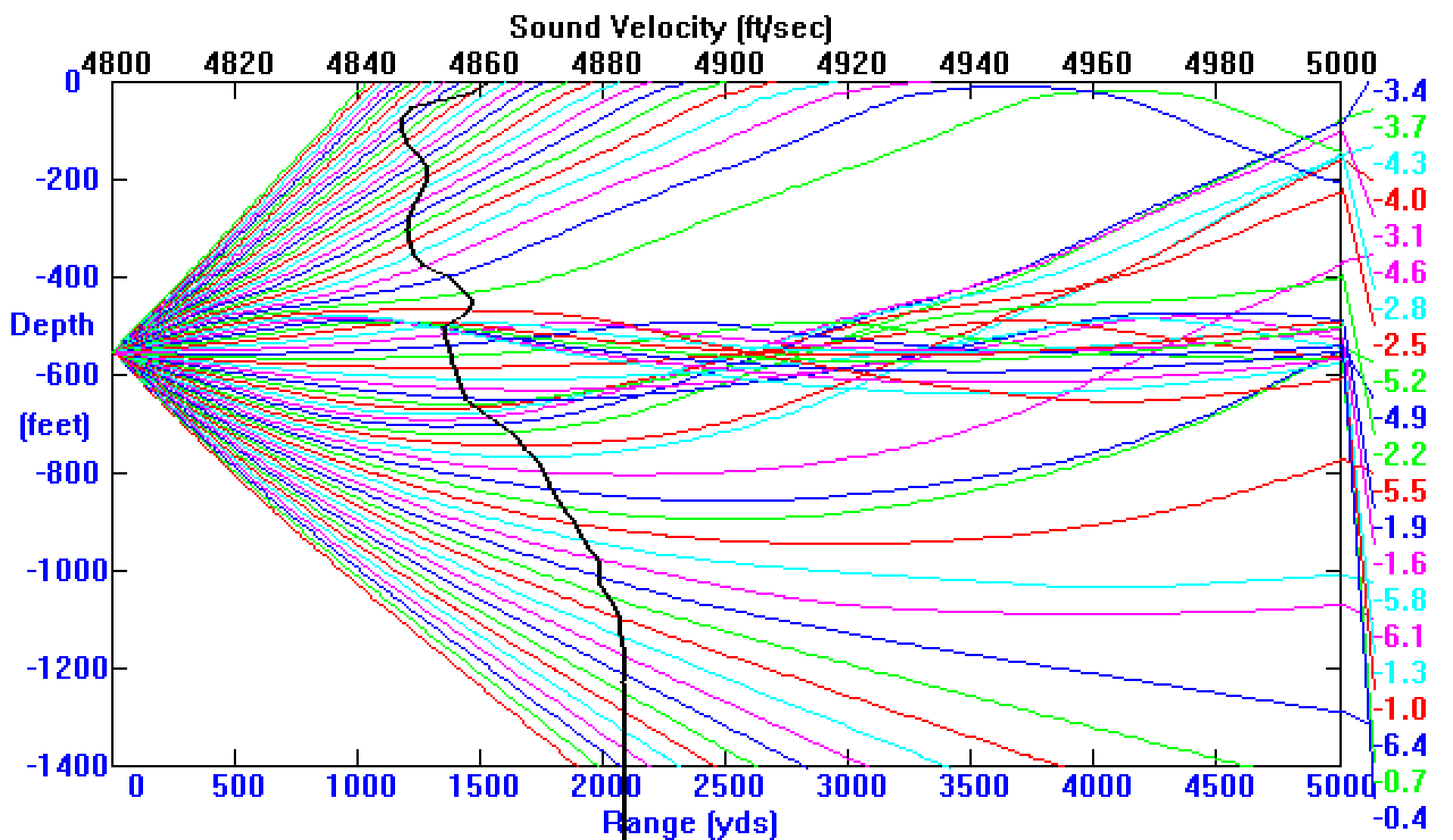
Initial Angle: 10.0  
 Final Angle: -10.0  
 Angle Increment: 0.3



Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 525 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

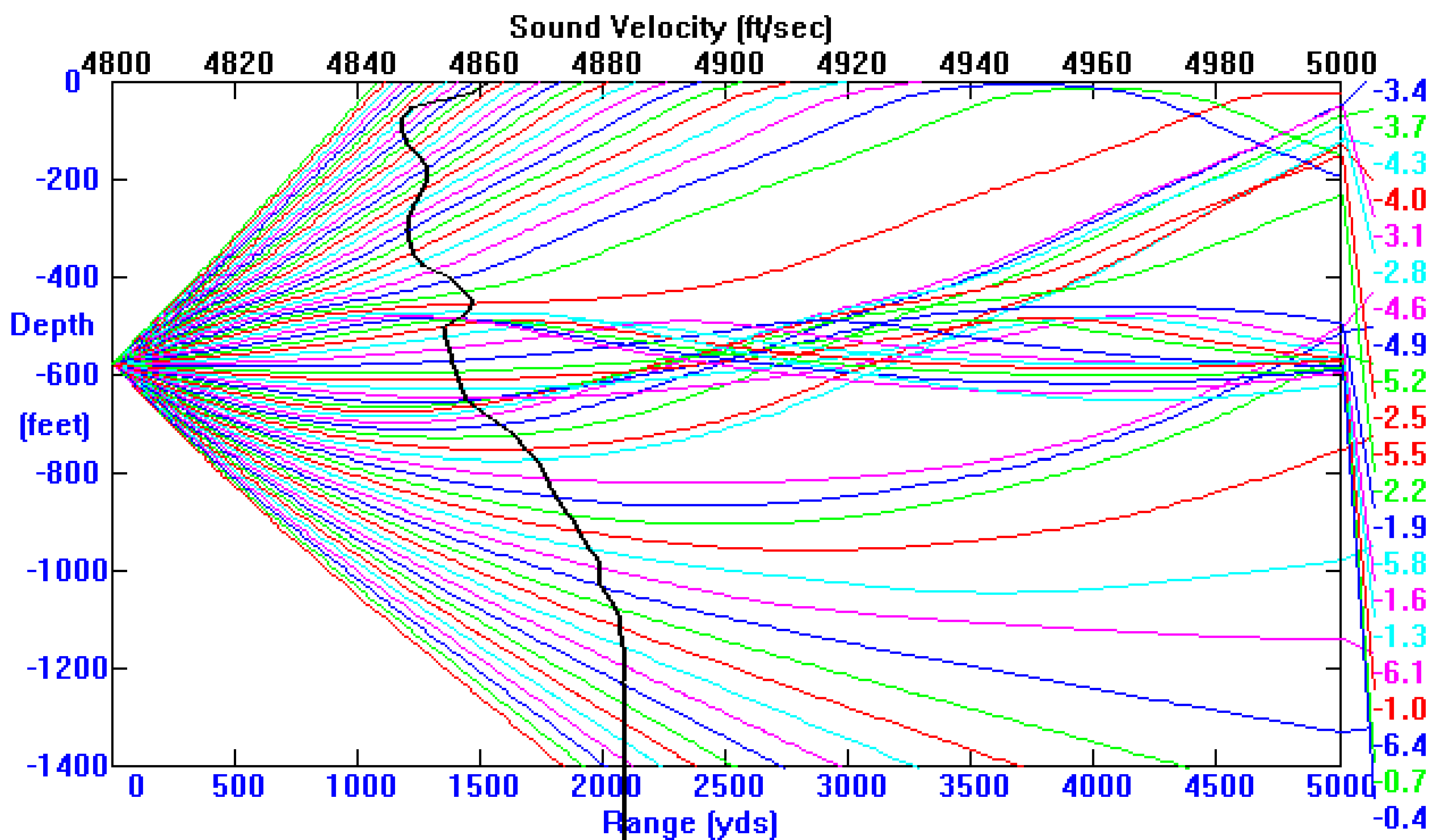
Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3



Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 550 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3

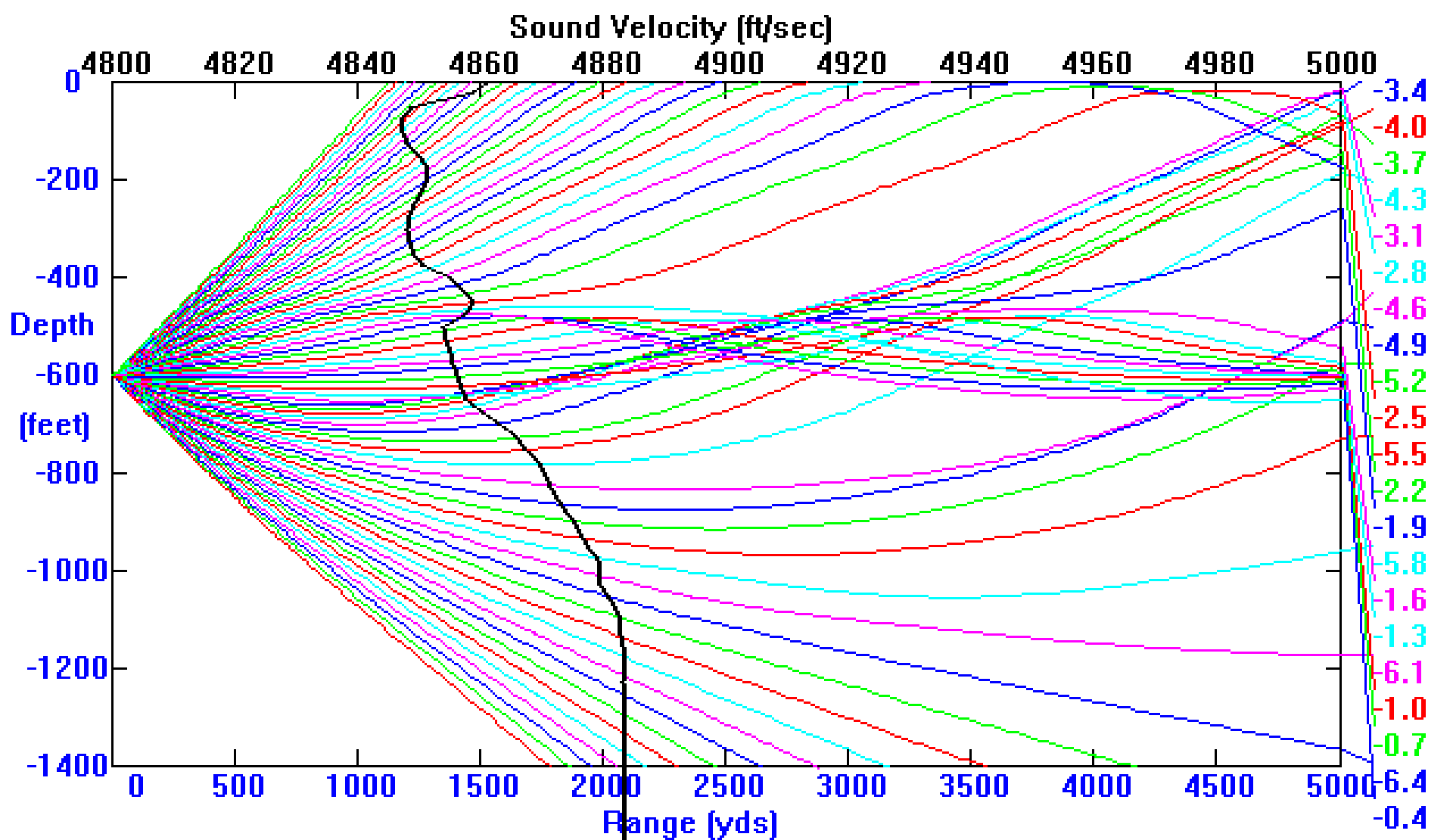


Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 575 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3

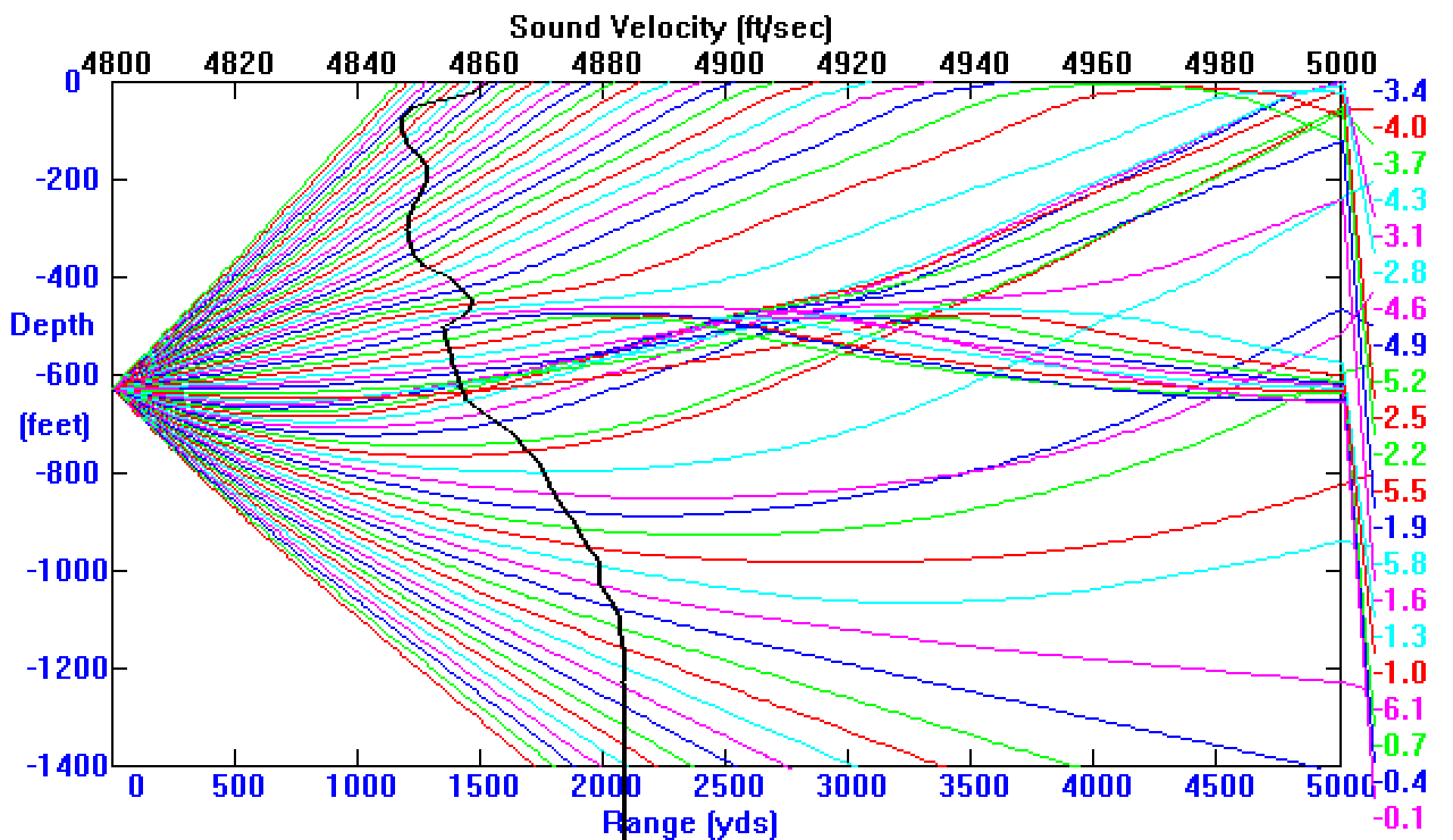




Date: 05/ 7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 600 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

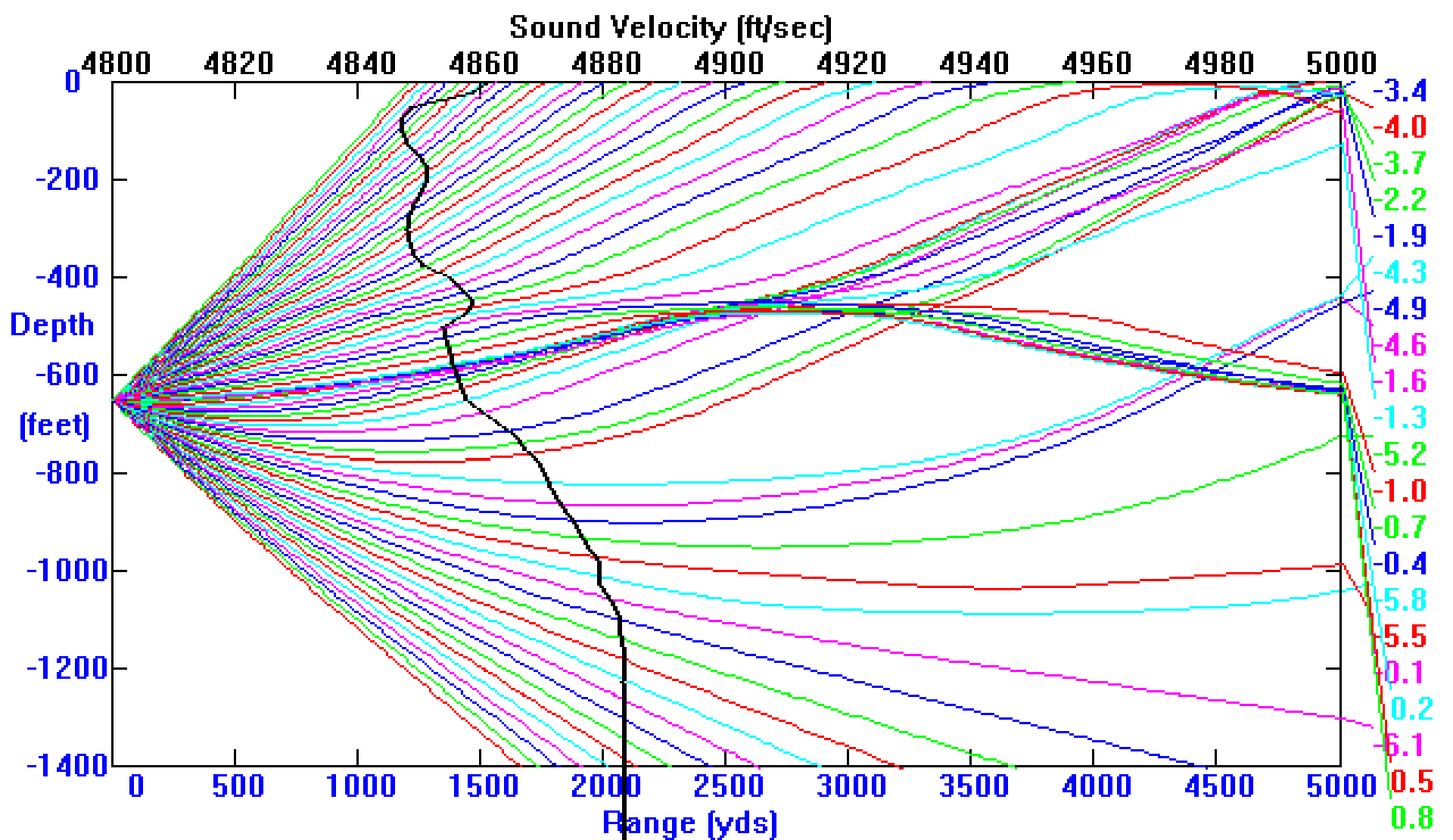
Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3



Date: 05/ 7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 625 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

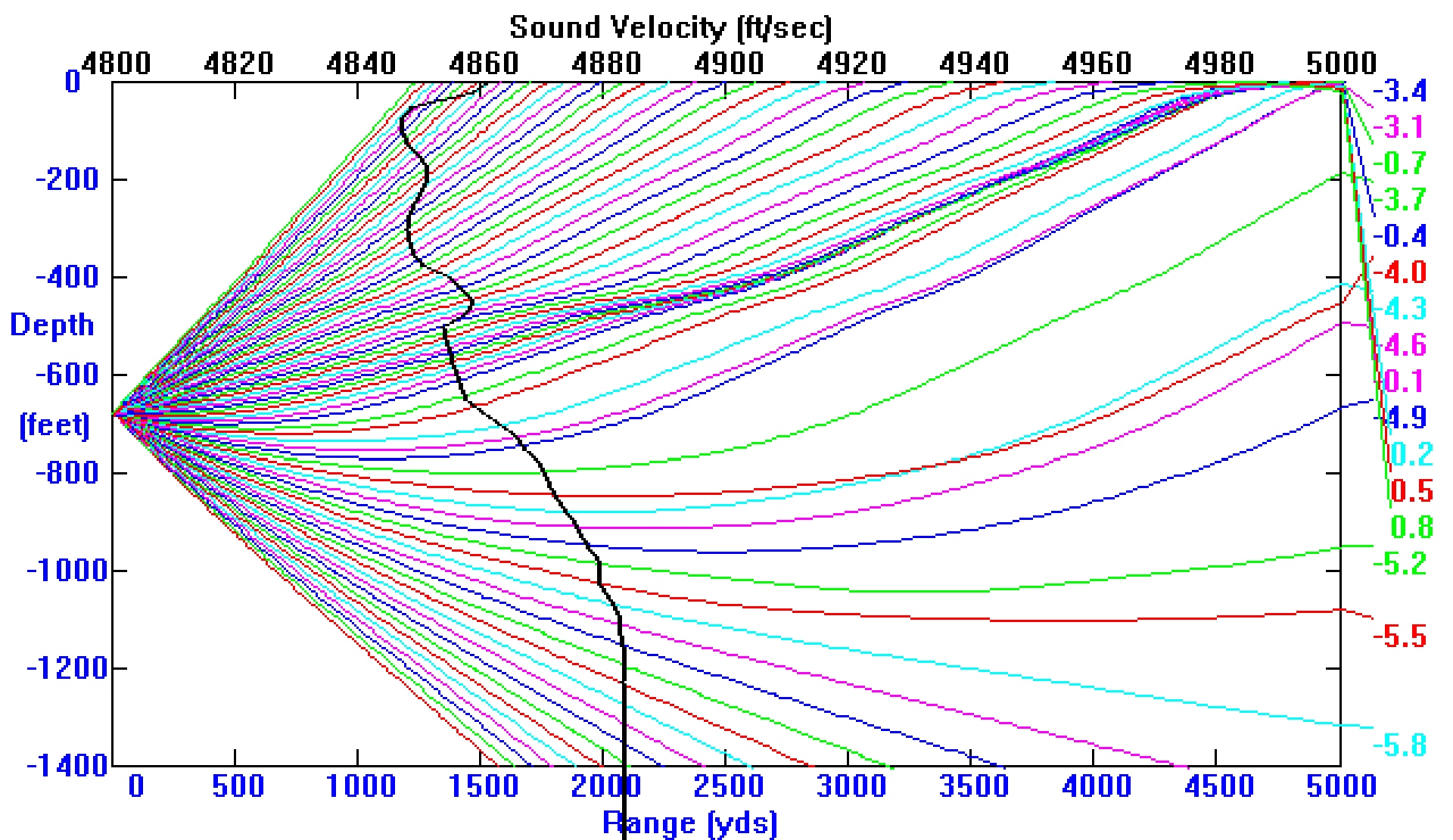
Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3



Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 650 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3

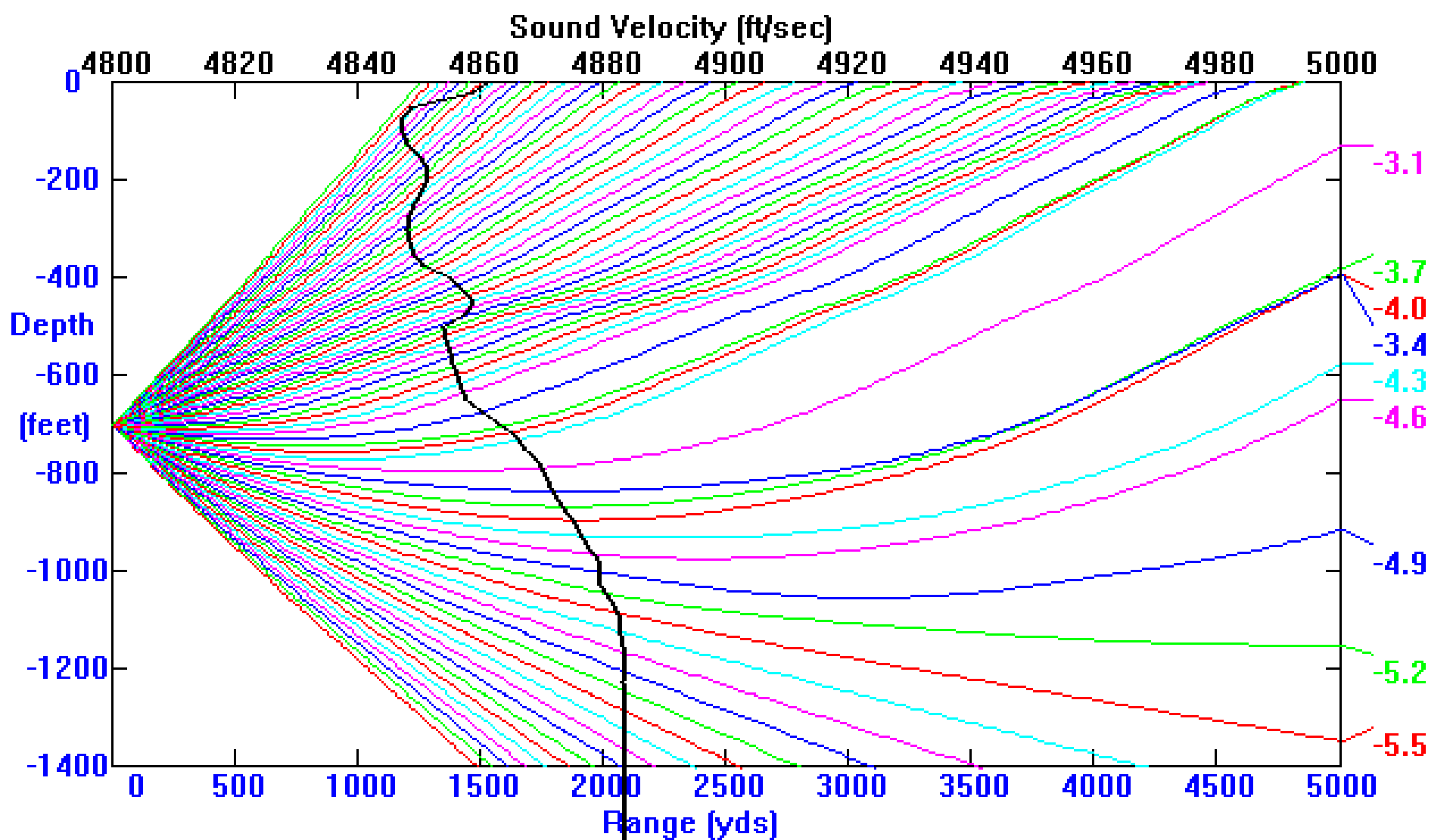


Date: 05/7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 675 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3



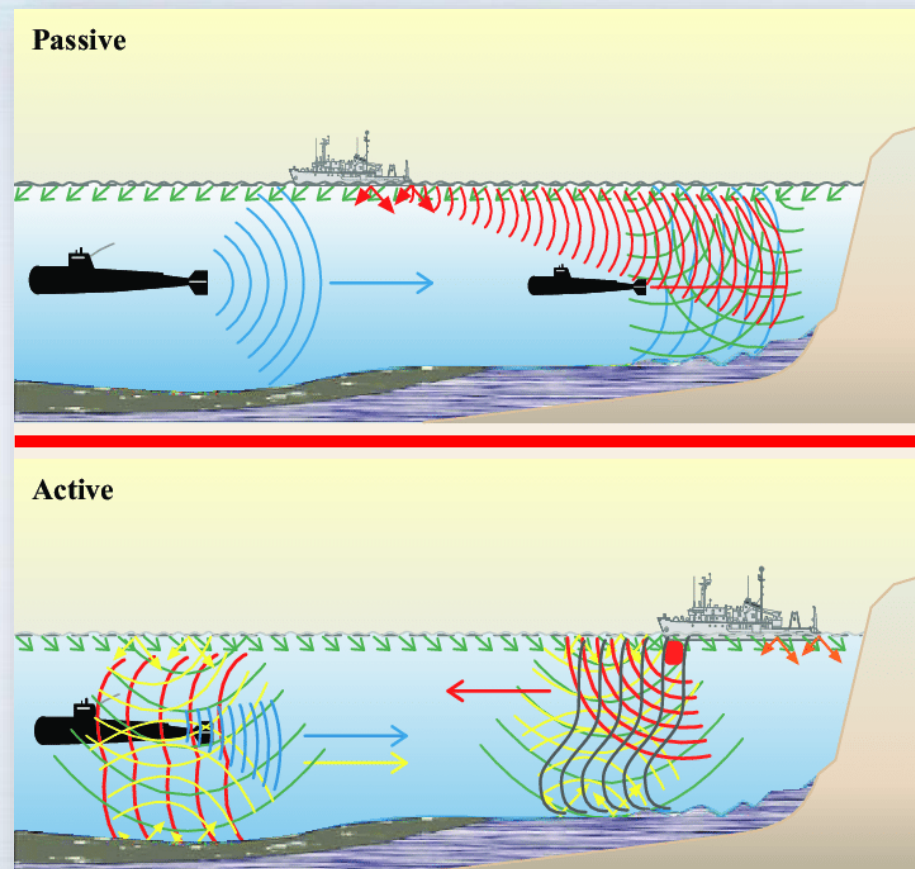
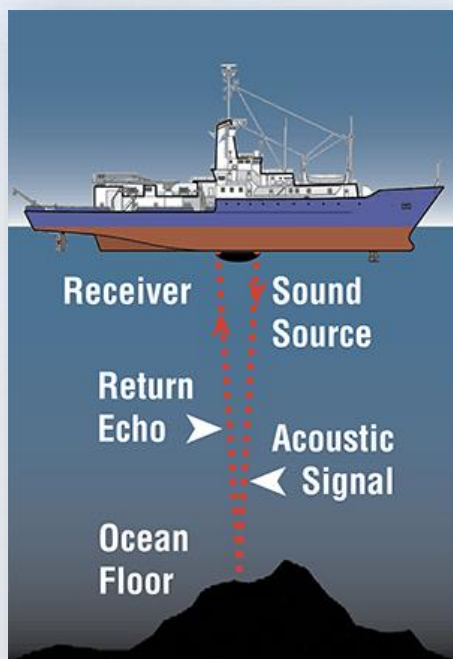


Date: 05/ 7/102  
Time: 08:46:00  
DV Table: 1

Source Depth: 700 ft.  
Xposit: 19584 Yds.  
Yposit: -736 Yds.

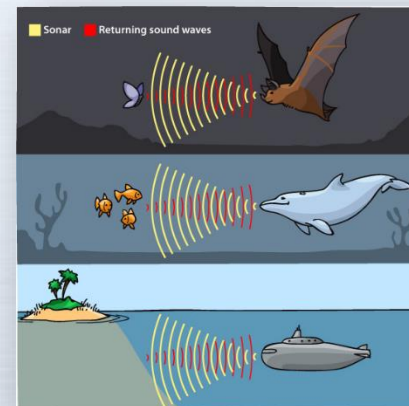
Initial Angle: 10.0  
Final Angle: -10.0  
Angle Increment: 0.3

- Os sonar (*Sound Navigation and Ranging*) compreendem dois tipos:
  - Passivos
  - Ativos - abrange as sondas

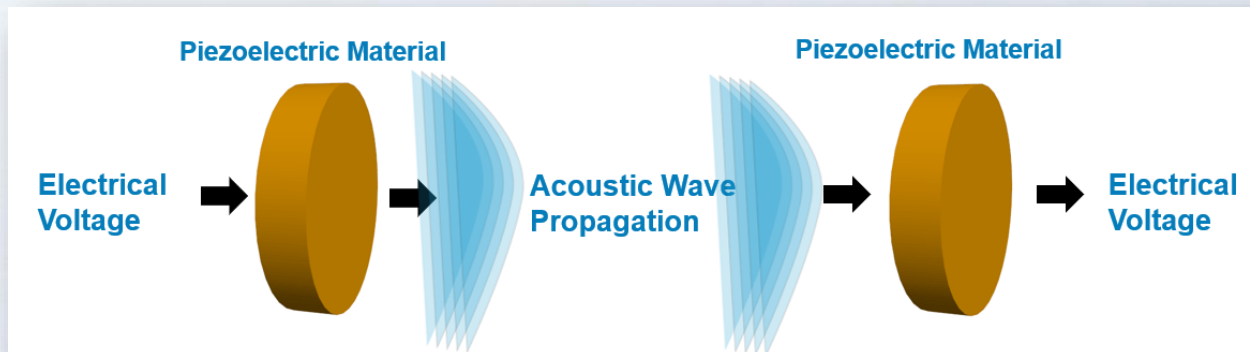


- Transdutor

- Dispositivo que converte a energia elétrica em energia sonora (projektor) e/ou vice-versa (hidrofone)
- Energia elétrica é convertida em energia acústica, sob a forma de oscilação das moléculas da água, através das quais o som se propaga
- Quando o som é refletido em objetos imersos (eco) e chega ao transdutor, provoca uma pequena pressão mecânica que é convertida em sinal elétrico para os circuitos eletrónicos



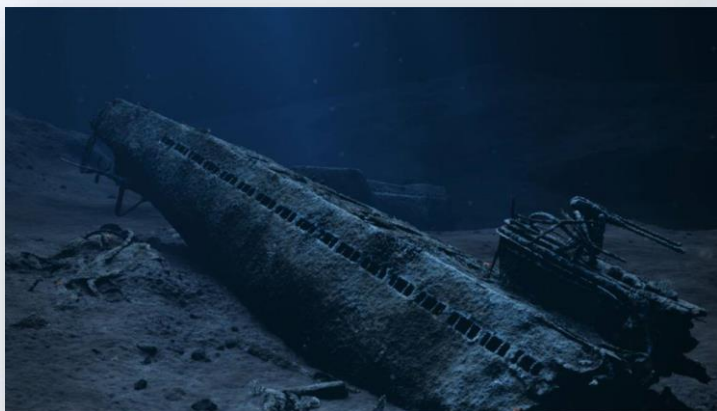
- Tipos de transdutores
  - Piezoelétricos (quartzo/cristais ADP)
  - Magnetoestrictivos (níquel/ligas de níquel)
  - Electroestrictivos (cerâmica)
  
- Propriedades específicas de certos materiais para a conversão da energia elétrica em energia sonora e vice-versa





TIPOS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Magnetoestrutivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Robustos</li> <li>- Maior amplitude de vibração</li> <li>- Grandes alcances</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesados</li> <li>- Banda de frequências de receção reduzida</li> </ul>
Piezoelétrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leves e frágeis</li> <li>- Banda de frequências de receção abrangente</li> <li>- Rigor no alcance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispendiosos</li> <li>- Curtos alcances</li> </ul>
Eletroestrutivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menos dispendiosos</li> <li>- Forma/dimensão configurável</li> <li>- Grandes alcances</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fraca discriminação</li> <li>- Grandes dimensões</li> </ul>

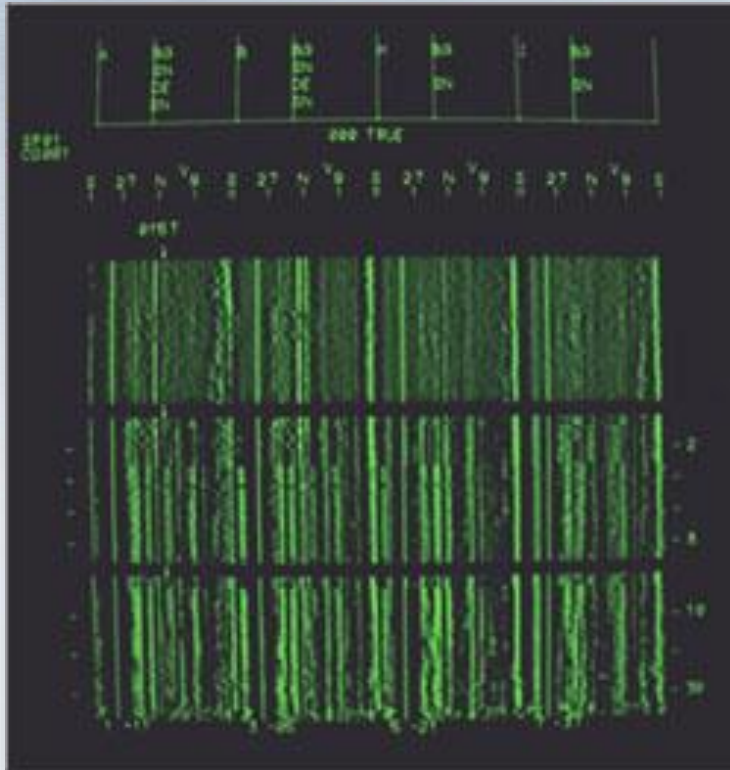
- Sonar em passivo
- Panorama dos submarinos
- Oceanografia
- Ruído ambiente



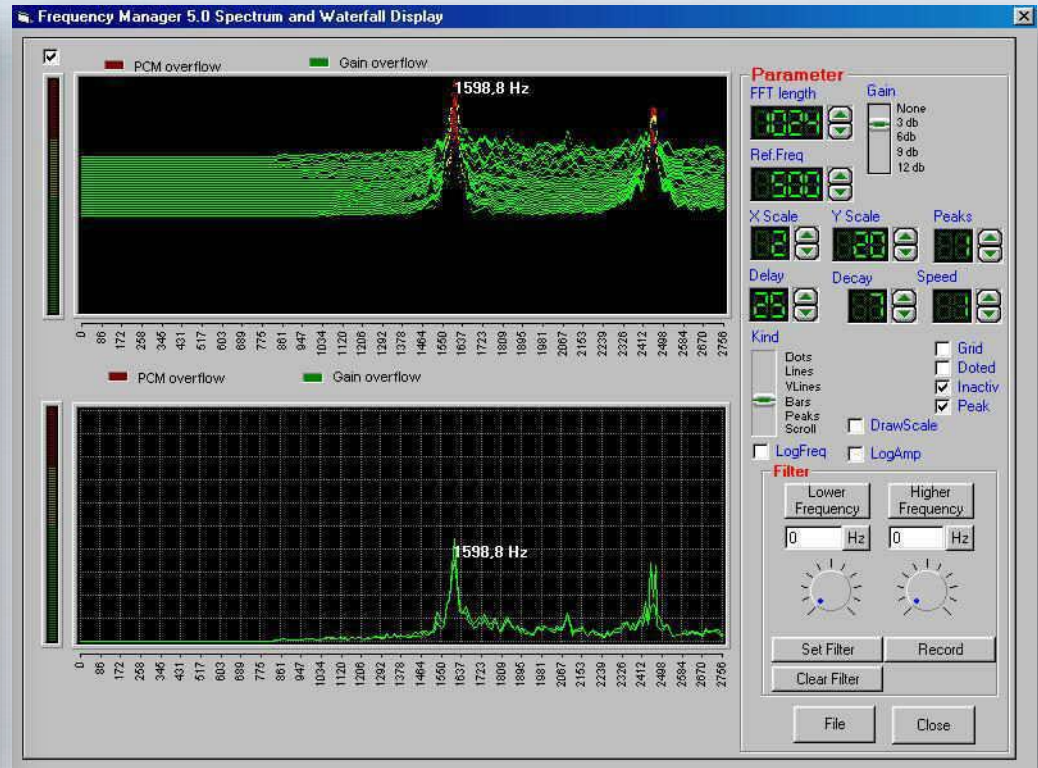
- Sonar em passivo (continuação)
  - Objetivo: detetar o ruído que o rodeia
  - Sistemas discretos
  - O ouvido do operador incluído como parte do detetor
  
- Banda larga (*broadband*) é usada na busca inicial
- Banda estreita (*narrowband*) é usada em seguimento do alvo





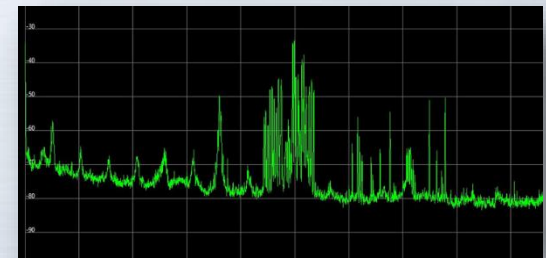


*Broadband display*



*Narrowband display*

- Sonar em passivo (continuação)
    - Objetivo é detetar o ruído que o rodeia
    - Sistemas discretos
    - O ouvido do operador incluído como parte do detetor
    - Banda larga (*broadband*) é usada na busca inicial
    - Banda estreita (*narrowband*) é usada em seguimento do alvo
    - Separação do sinal em bandas de frequência
- Deteção → localização → classificação → identificação



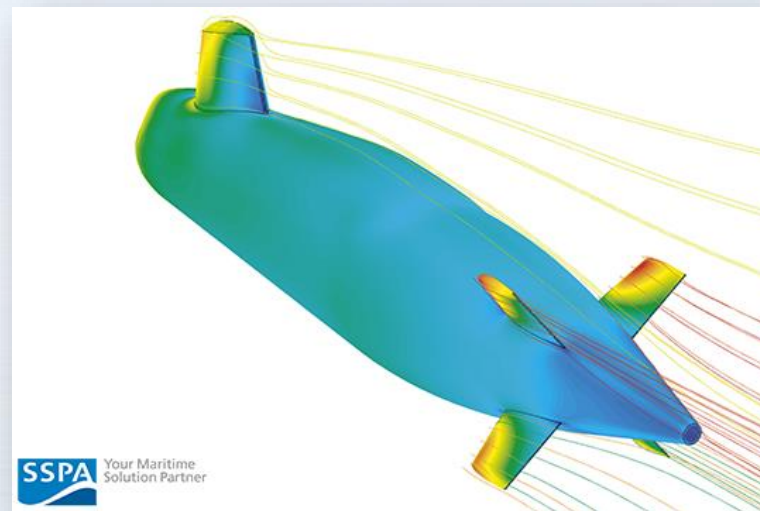
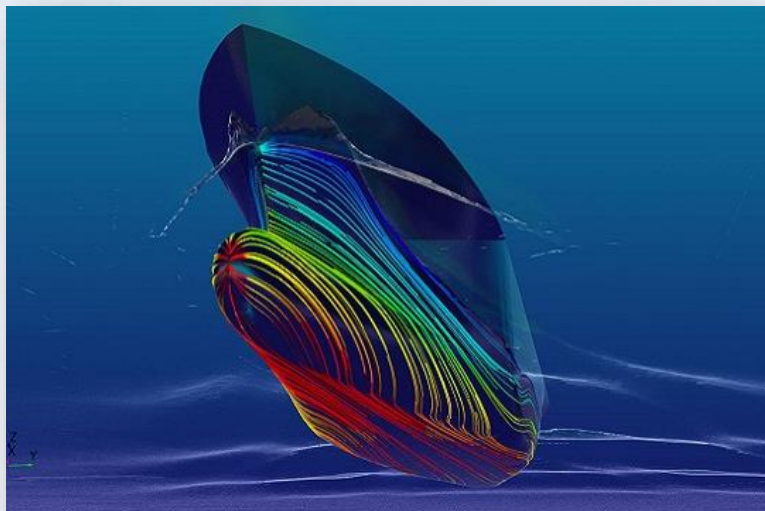


- Ruído próprio de um navio
- Maquinaria - motores, geradores, etc.

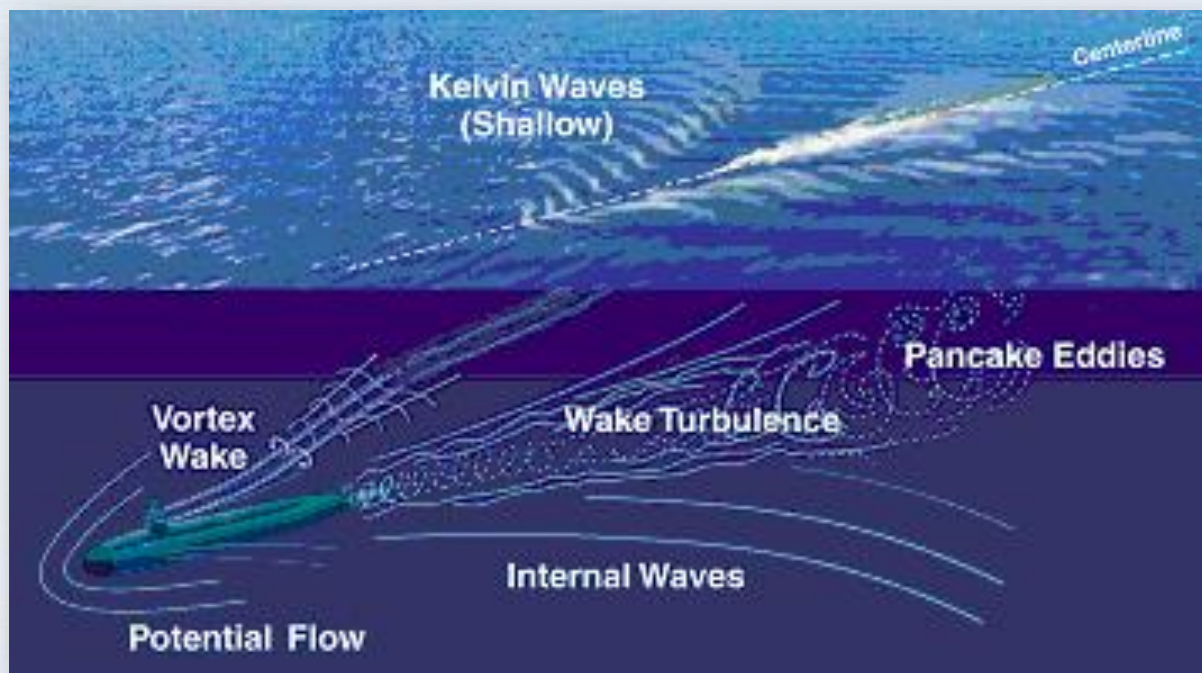




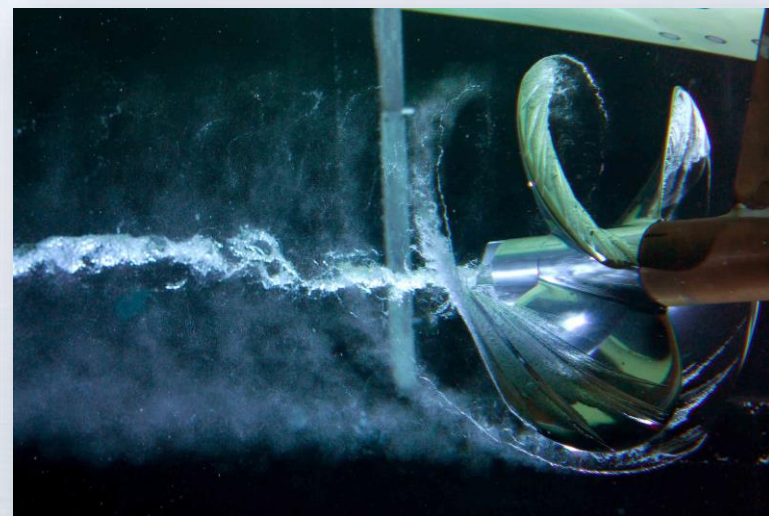
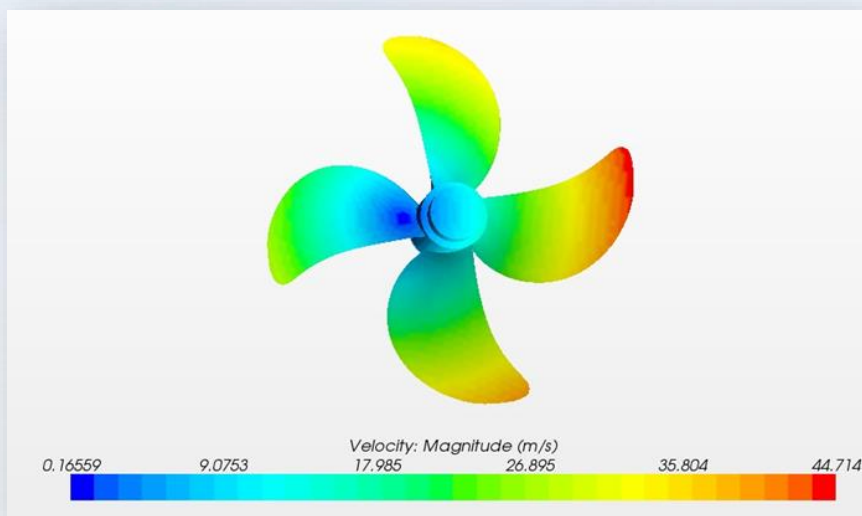
- Ruído próprio de um navio
  - Maquinaria - motores, geradores, etc.
  - Escoamento hidrodinâmico



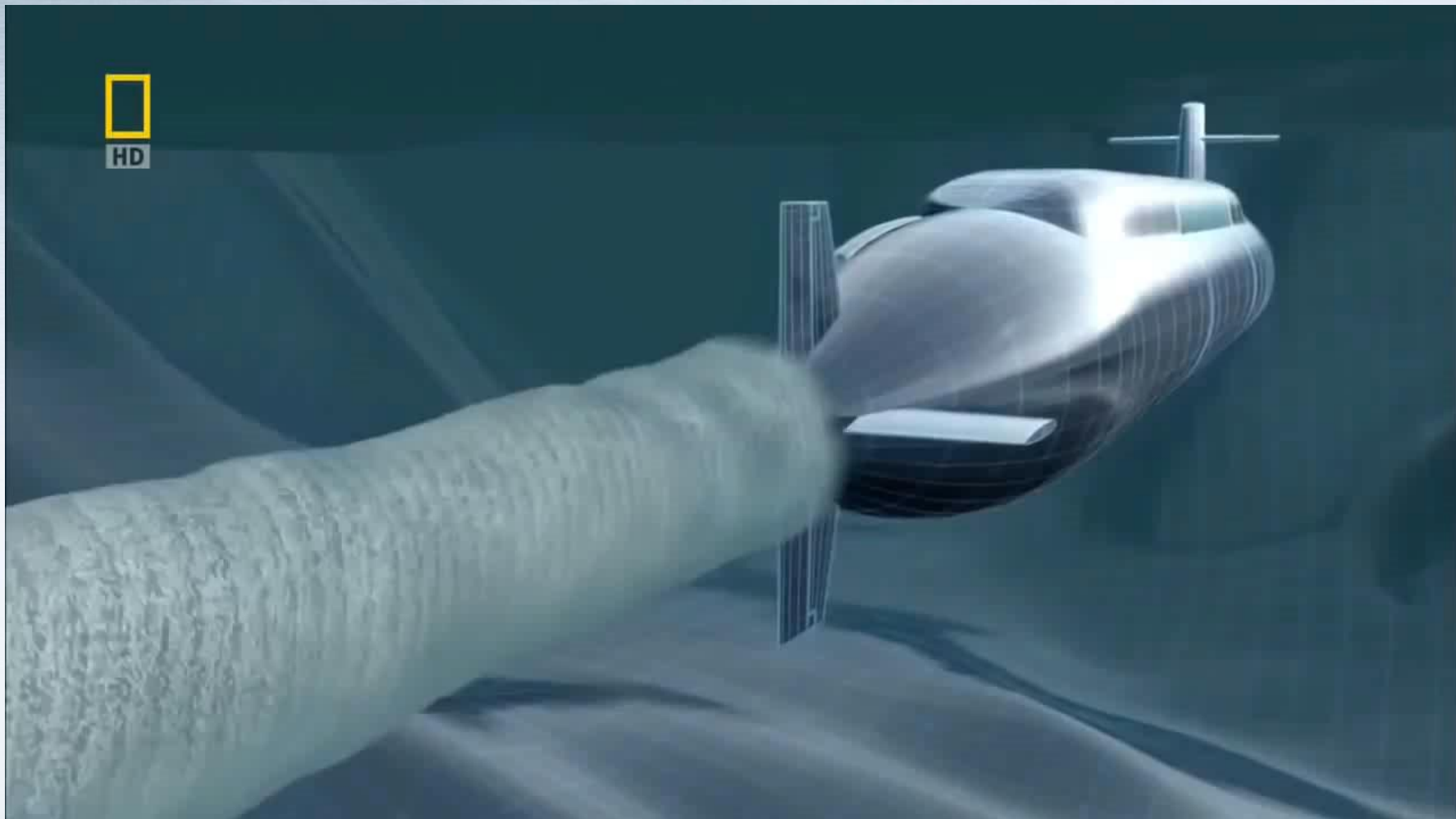
- Ruído próprio de um navio
  - Maquinaria - motores, geradores, etc.
  - Escoamento hidrodinâmico



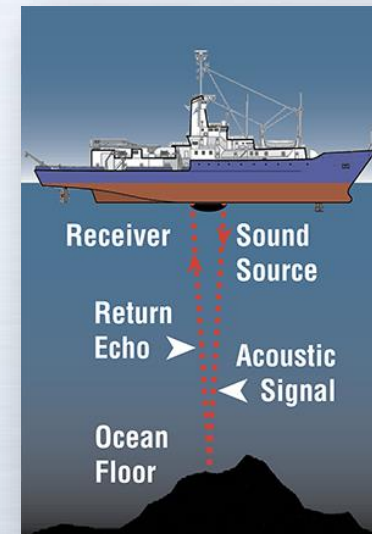
- Ruído próprio de um navio
  - Maquinaria - motores, geradores, etc.
  - Escoamento hidrodinâmico
  - Cavitação



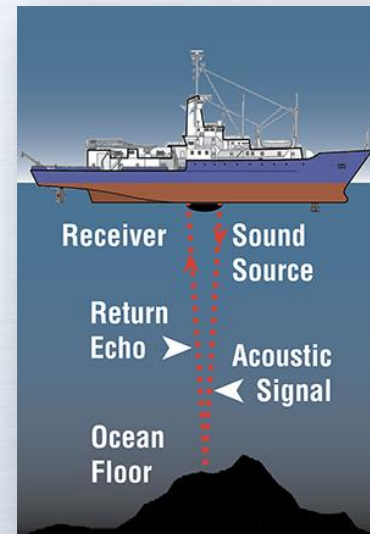




- Ruído próprio de um navio
  - Maquinaria - motores, geradores, etc.
  - Escoamento hidrodinâmico
  - Cavitação
  - Velocidade - quanto maior, maior o ruído
  - Transmissões acústicas - sonar, telefone submarino, sonda

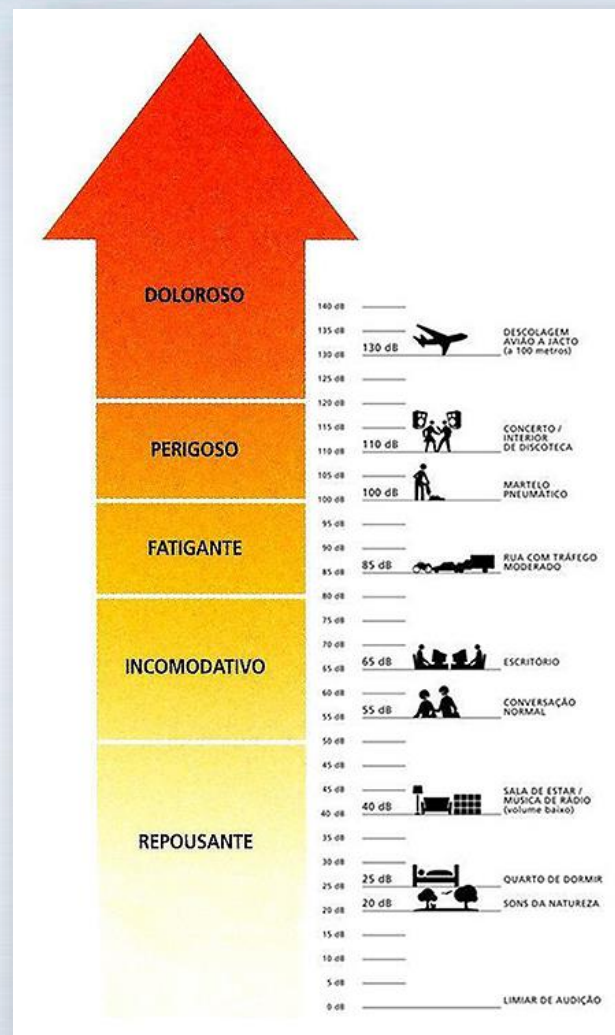


- Ruído próprio de um navio
  - Maquinaria - motores, geradores, etc.
  - Escoamento hidrodinâmico
  - Cavitação
  - Velocidade - quanto maior, maior o ruído
  - Transmissões acústicas - sonar, telefone submarino, sonda

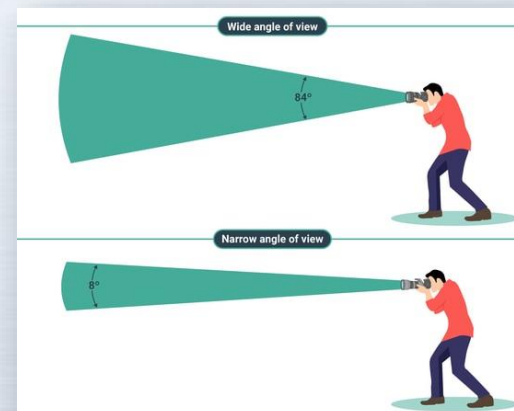
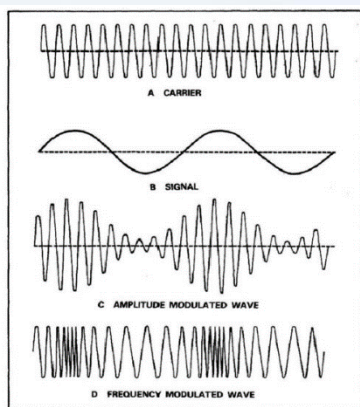




- Parâmetros da transmissão sonar
- Potência (kW, traduzidos em decibéis)



- Parâmetros da transmissão sonar
  - Potência (kW, traduzidos em decibéis)
  - Frequência (Hz)
  - Intervalo entre transmissões (segundos)
  - Duração (segundos)
  - Tipo de transmissão (*frequency modulation (FM)*, *continuous wave (CW)*)
  - Modo de transmissão (omnidirecional, direcionada, estreita)



- Potência da transmissão - limitações

- Cavitação (*quenching*)

Diferenças de pressão, provocadas por elevadas potências, causam pequenas bolhas, junto ao transdutor - barreira acústica à próxima transmissão sonar (menor eficiência)

- Efeitos de interação

Potências elevadas provocam vibração indesejável nos elementos do transdutor  
Lóbulos secundários e vibrações desfasadas com a vibração provocada pela transmissão





- Frequência da transmissão - características

- Baixas frequências

Maior alcance

Menor discriminação

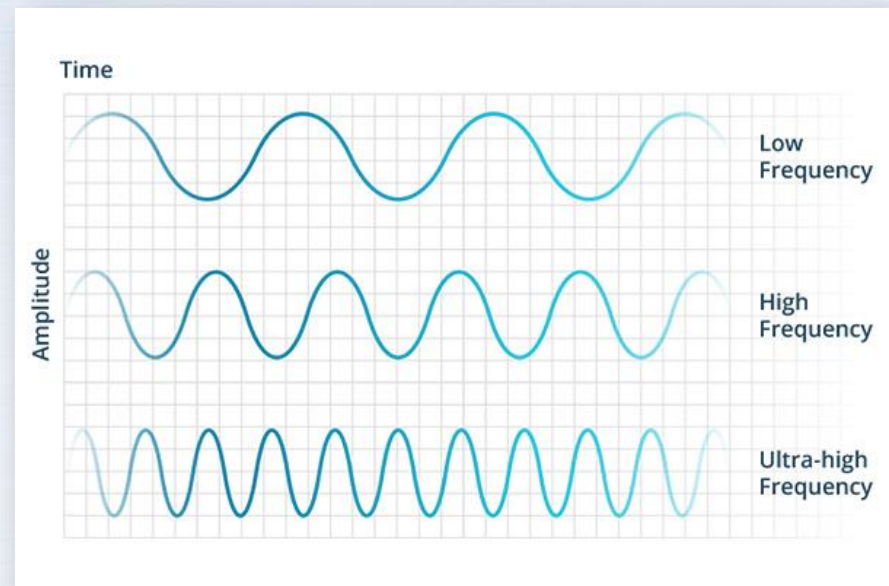
Menor influência da reverberações

- Altas frequências

Menor alcance

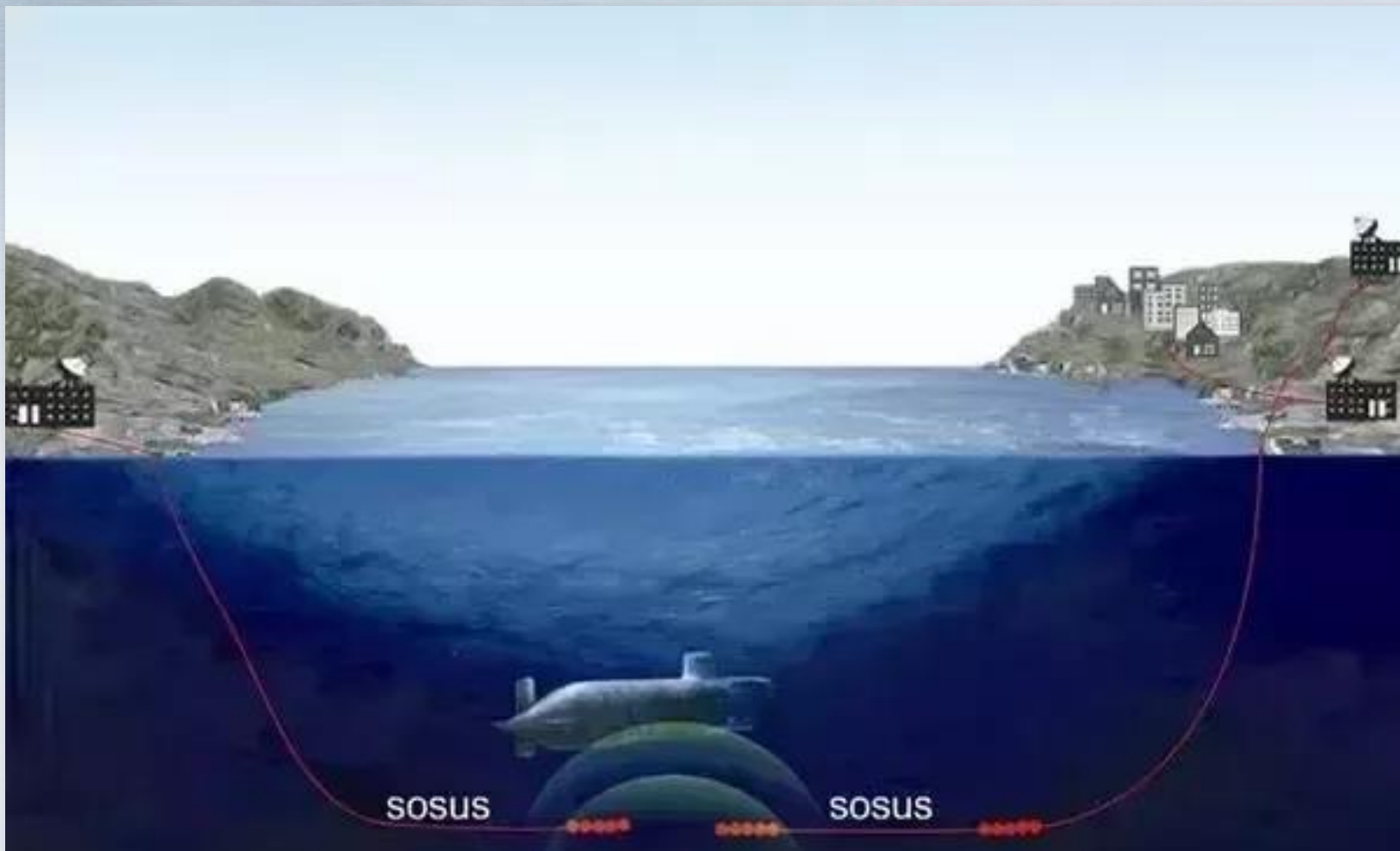
Maior discriminação

Maior perda por absorção (ao longo do percurso da transmissão)



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos fixos - *Sound Surveillance System (SOSUS)*





# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

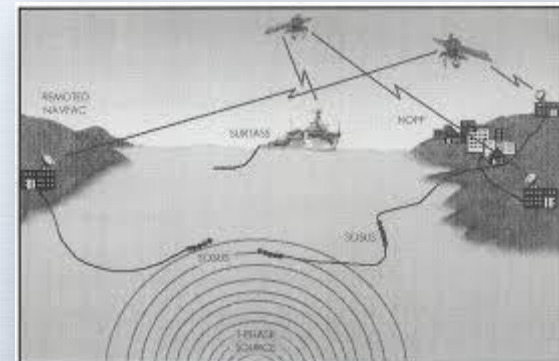
## Sensores acústicos fixos - *Sound Surveillance System (SOSUS)*



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos fixos - *Sound Surveillance System (SOSUS)*

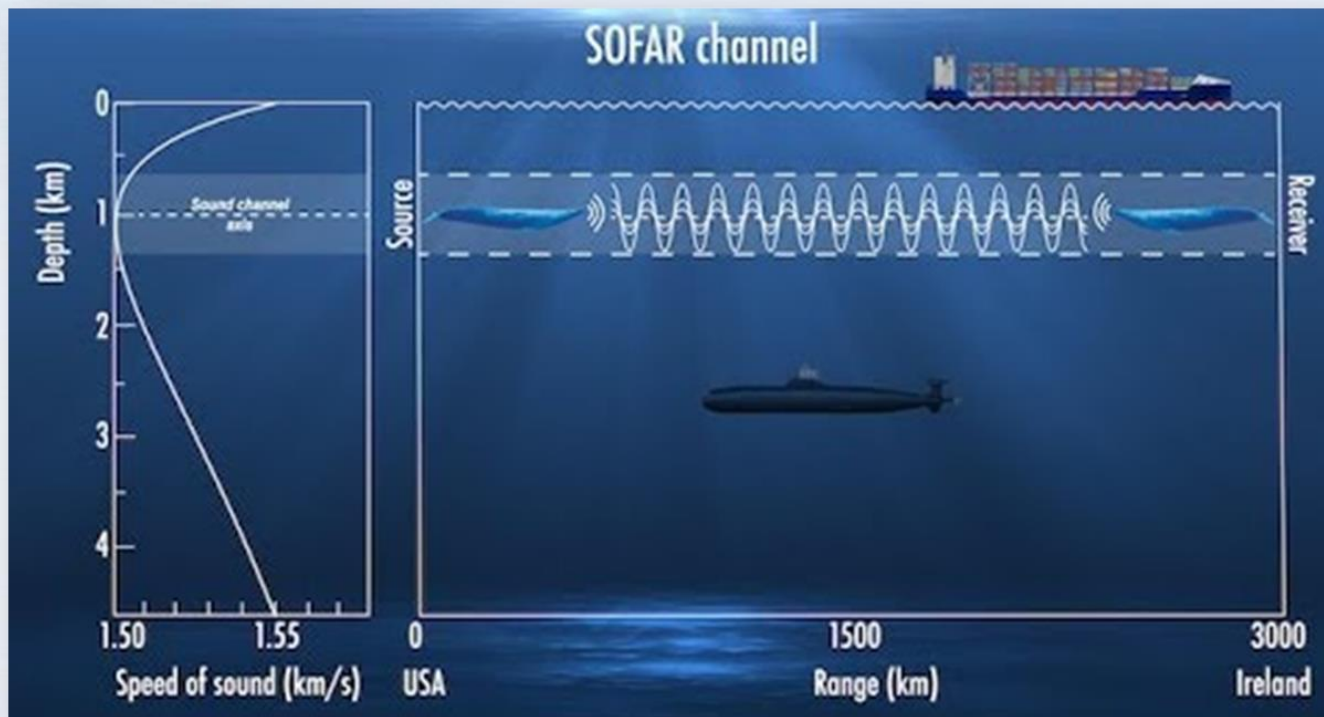
- O SOSUS é um dos sistemas constituídos por várias cadeias lineares de hidrofones (situados no fundo do mar) e suas estações costeiras
- Vigilância acústica passiva de longo alcance
- Primeiro sistema que surgiu para monitorizar, de forma remota, o comportamento de navios no mar
- Desempenho otimizado com os seus hidrofones situados entre os 800 e os 1000 metros



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos fixos - *Sound Surveillance System (SOSUS)*

- É criado, ou utilizado, para efeitos da propagação do som, um canal que permite a deteção de fontes acústicas a grandes distâncias (*Sound Fixing and Ranging (SOFAR)*)

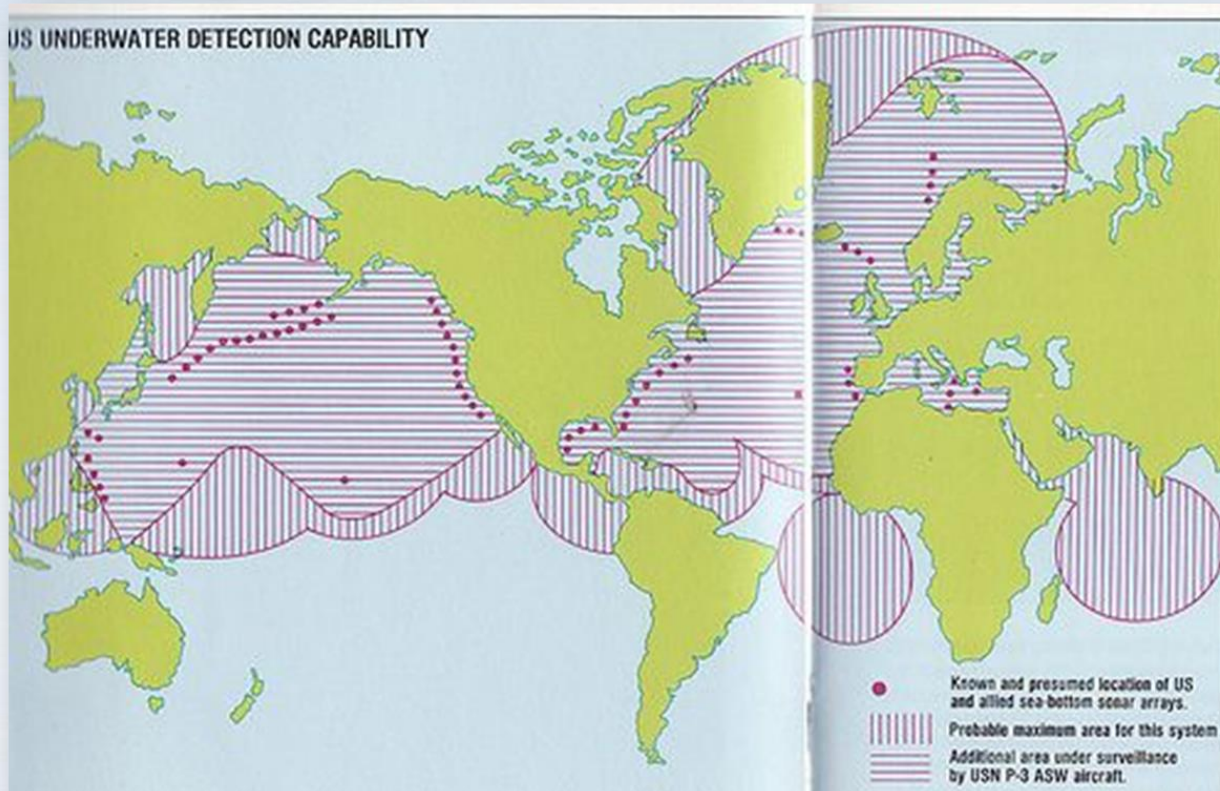




# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos fixos - *Sound Surveillance System (SOSUS)*

- Detecção de submarinos entre as 3000 e as 6000 milhas náuticas, com uma área circular de incerteza de raio variável entre 8 e 45 milhas náuticas



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos fixos - *Sound Surveillance System (SOSUS)*

- Objetivos primários
  - Detetar e seguir os submarinos soviéticos, armados com mísseis balísticos, cujo sistema de propulsão era relativamente ruidosa (finais da década de 1980)
- Projetado para ser um sistema ativo
- Mudança da sua utilização como sistema passivo ocorreu em meados da década de 1960

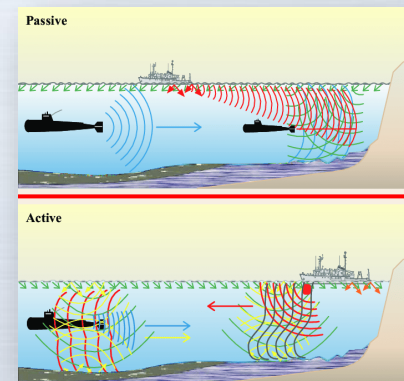




# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos fixos - *Sound Surveillance System (SOSUS)*

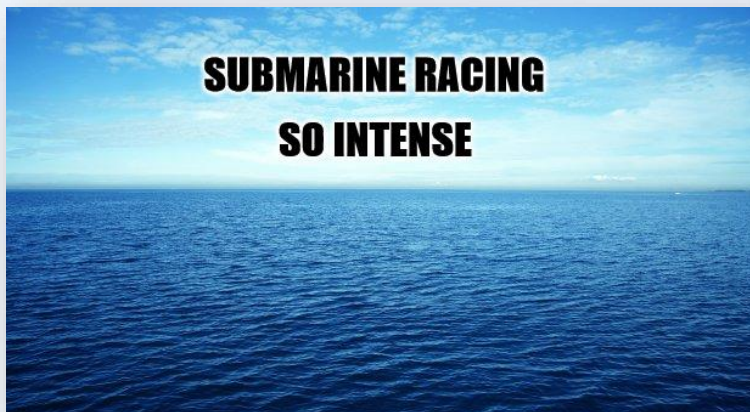
- O funcionamento em ativo, ou em passivo, do SOSUS representa ambientes táticos distintos
- O submarino é capaz de detetar quem o procura, em modo ativo, a uma distância entre duas a oito vezes superior aquela a que será detetado
- Sistemas ativos surgem como opção quando os passivos se tornam menos eficazes face a alvos que provocam baixo ruído, ou quando aproveitam ambientes ruidosos para esconderem o seu próprio ruído - zonas costeiras



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos fixos - *Sound Surveillance System (SOSUS)*

- O grau de desfasamento em tempo de uma deteção por parte de um sistema acústico passivo subaquático depende da velocidade média de propagação do som na água, entre o transmissor e o recetor
- Um alvo detetado a 100 milhas náuticas é reportado no sistema passados cerca de dois minutos





# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos fixos - *Sound Surveillance System (SOSUS)*

- SOSUS ao largo de Portugal





# Sensores e armas *Underwater Warfare* (UWW)

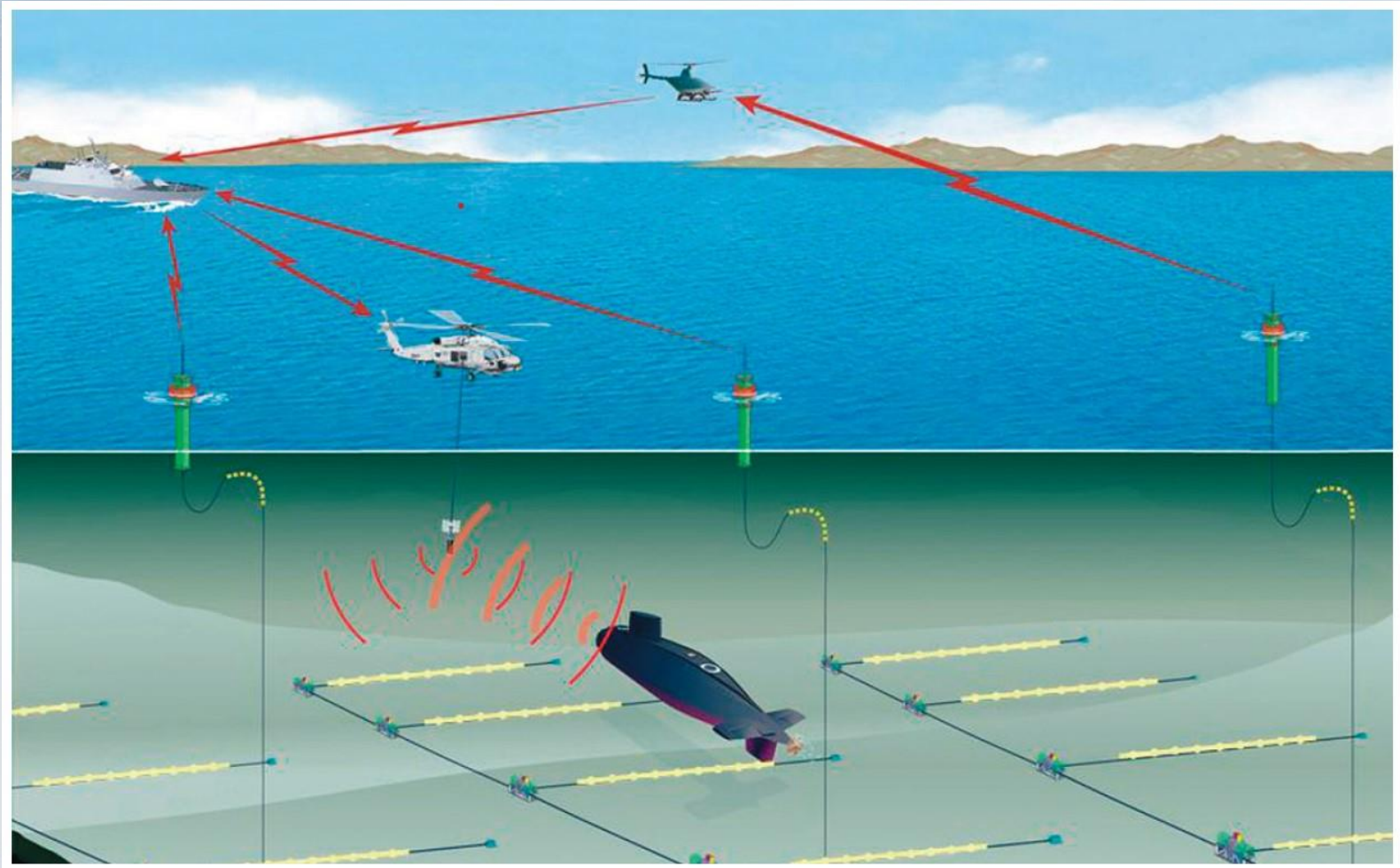
## Sensores acústicos fixos - *Sound Surveillance System* (SOSUS)

- SOSUS ao largo de Portugal
- Em 1972 foi instalado ao largo da Ilha de Santa Maria - Região Autónoma dos Açores - o *Azores Fixed Acoustic Range* (AFAR)
- Efetuar a vigilância de submarinos provenientes, ou em direção, ao estreito de Gibraltar, a uma distância aproximada de 950 milhas náuticas
- Três torres de 130 metros de altura, dispostas num triângulo de lados que distam cerca de 19 milhas náuticas, em profundidades entre os 300 e os 600 metros



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos fixos - *Advanced Deployable System (ADS)*



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos fixos - *Advanced Deployable System (ADS)*

- Sistema
  - Situado no fundo do mar
  - Vigilância acústica passiva
  - Projetável
  
- Objetivo
  - Detetar e seguir submarinos adversários em águas litorais (áreas de interesse)

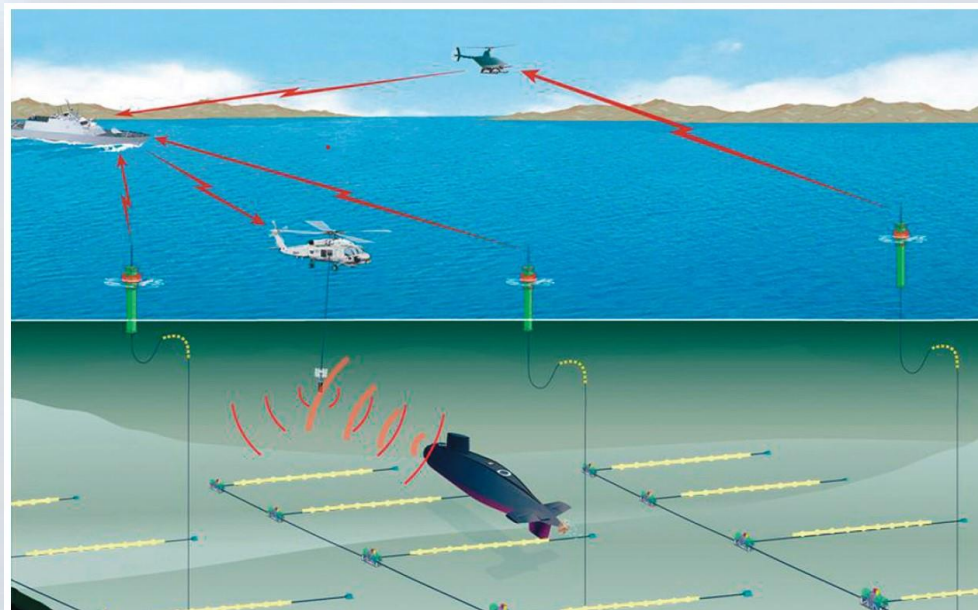




## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos fixos - *Advanced Deployable System (ADS)*

- Constituição
  - *Arrays* de sonares passivos ligados entre si, e a boias, cujo o objetivo é efetuar a transmissão da informação recolhida para posterior processamento do sinal acústico - colaboração navios de patrulha costeira (LCS)



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos fixos - *Advanced Deployable System (ADS)*

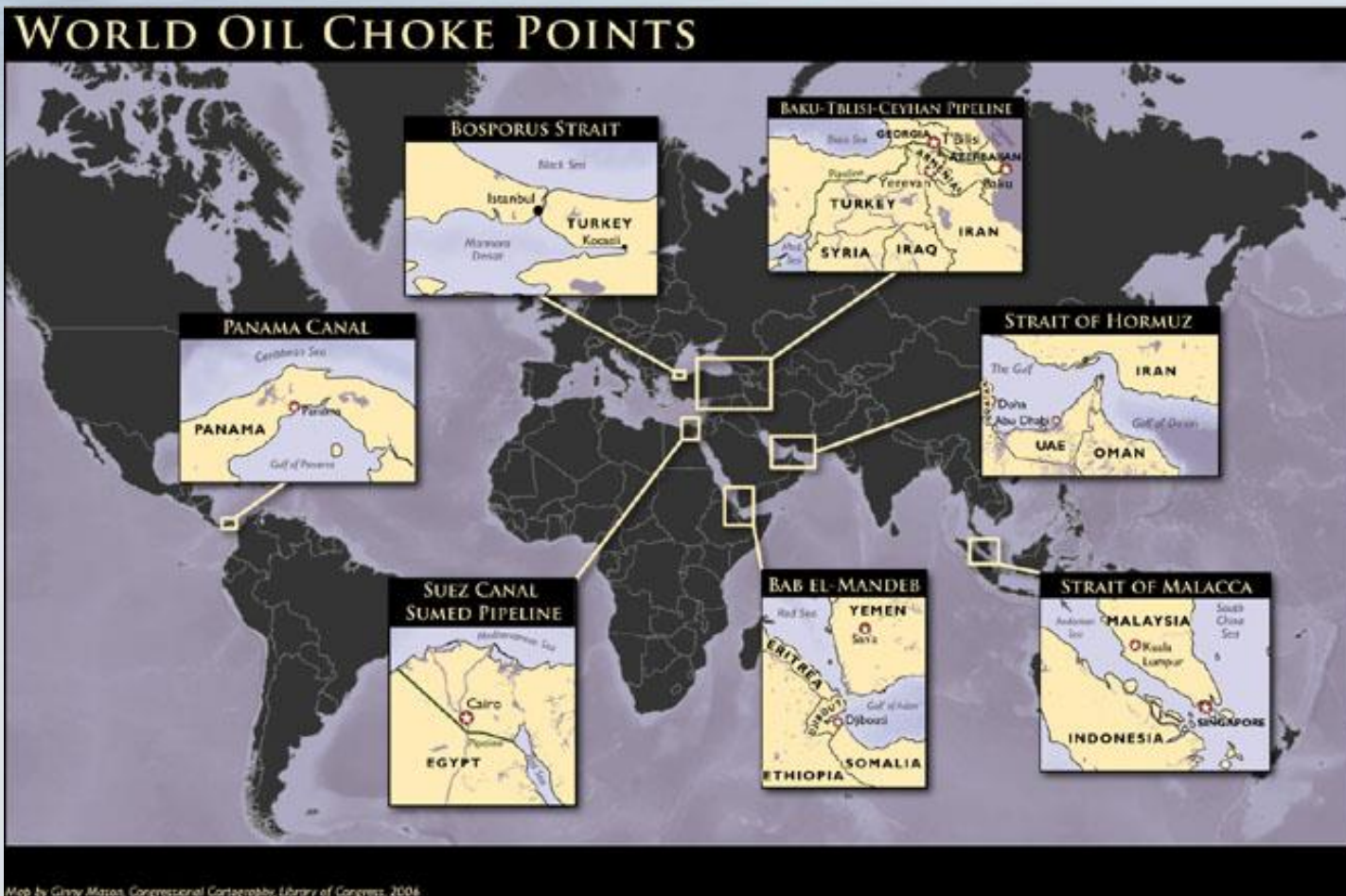
- Missão
  - Criar uma barreira, ou *choke point*, conjugando um *Littoral Combat Ship (LCS)* com capacidade de interagir com o ADS, para detetar submarinos





# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

Sensores acústicos fixos - *Advanced Deployable System (ADS)*



# Sensores e armas *Underwater Warfare* (UWW)

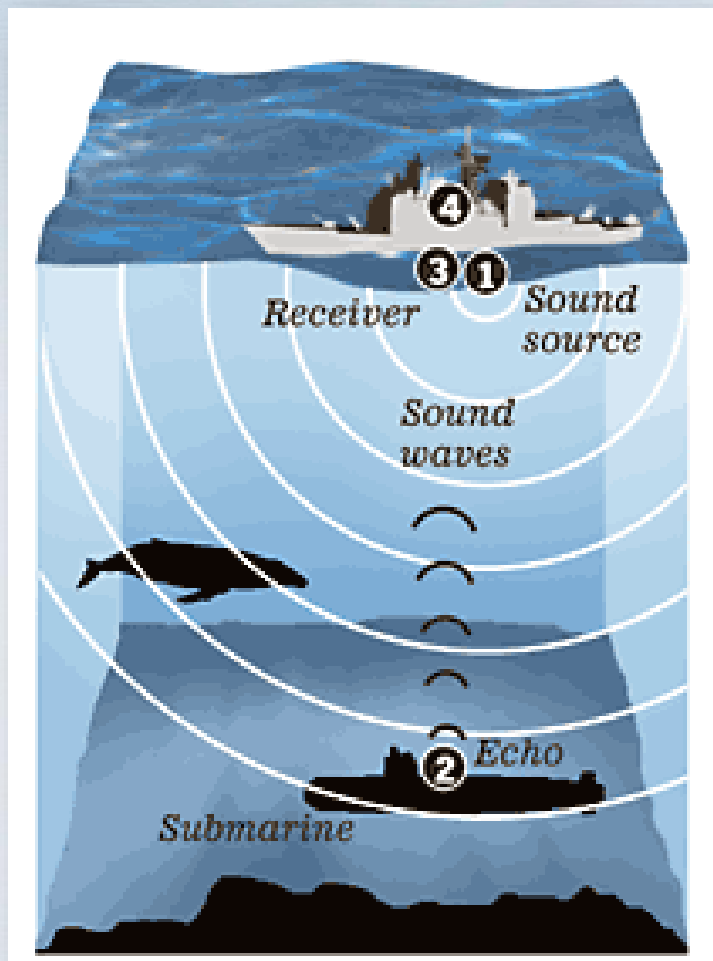
## Sensores acústicos fixos - *Advanced Deployable System* (ADS)

- Missão
  - Criar uma barreira, ou *choke point*, conjugando um *Littoral Combat Ship* (LCS) com capacidade de interagir com o ADS, para detetar submarinos
  - Submarinos de propulsão nuclear, ou diesel-eléctricos mais recentes (menos ruidosos), navios de superfície e detetar colocação de minas no mar
  - O ADS pode ser instalado, desativado, e reativado conforme necessário



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

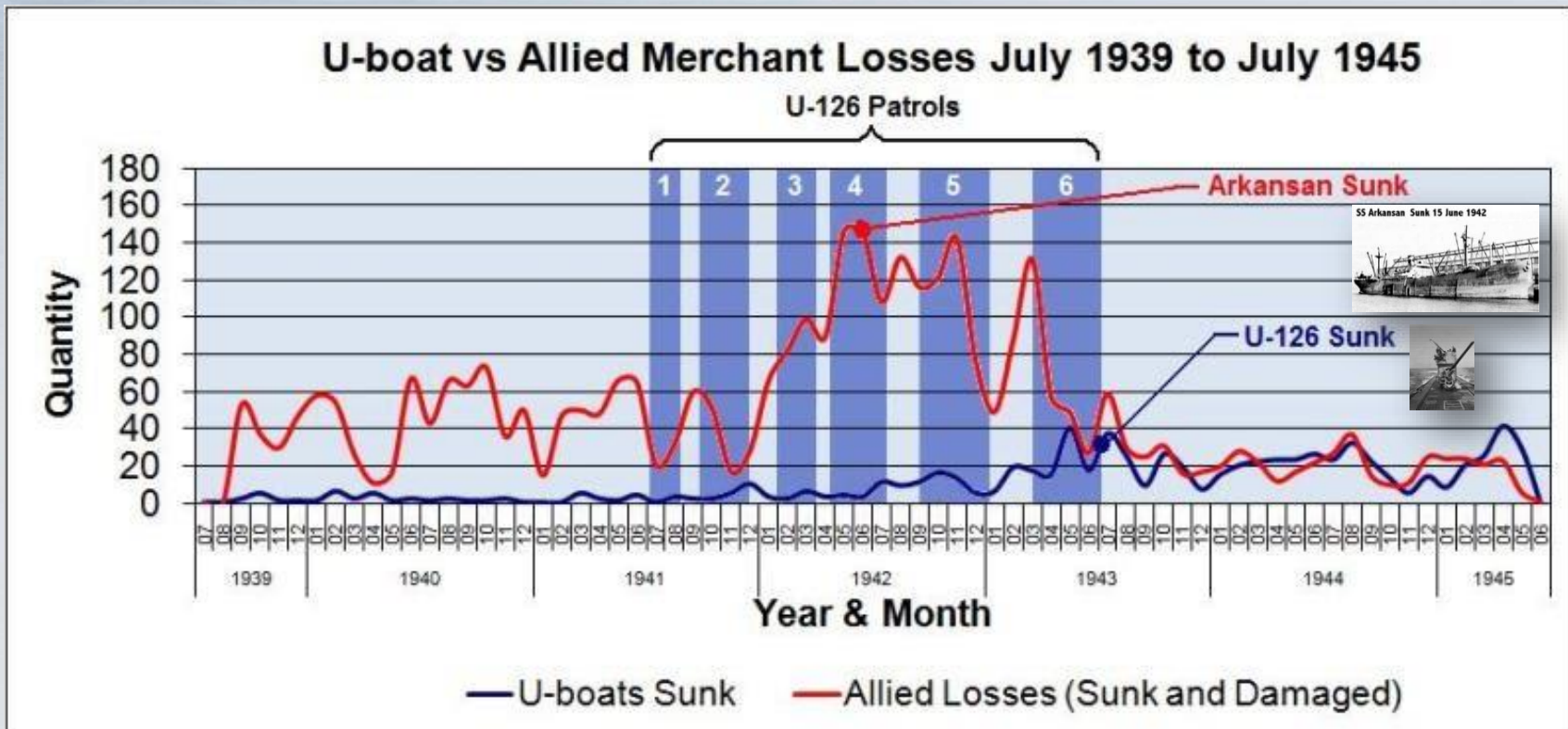
### Sensores acústicos móveis - *Hull Mounted Sonar (HMS)*





# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Hull Mounted Sonar (HMS)*

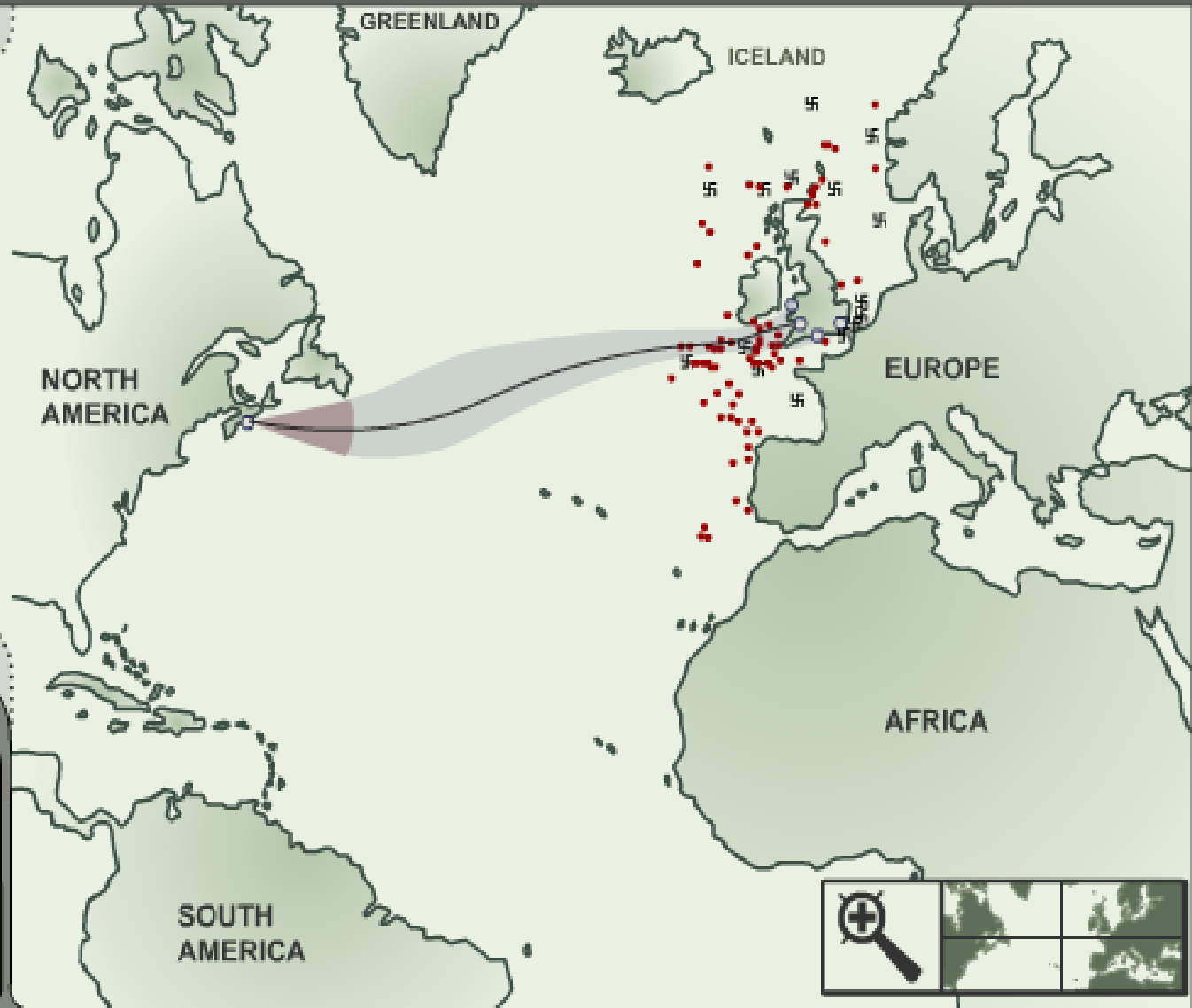




# Atlantic Theatre

## LEGEND

- Merchant ships sunk
- ☠ U-boats sunk
- Convoy Route
- General Area of Convoy Routes
- Radius of Local Escort
- Range of land-based aircraft
- Mid-Ocean Meeting Point



Learn More...

→ A Typical Convoy

→ Minesweeping

→ Air Ferry Routes

Choose An Area

Select a Year 1936 1937 1938 **1939** 1940 1941 1942 1943 1944 1945



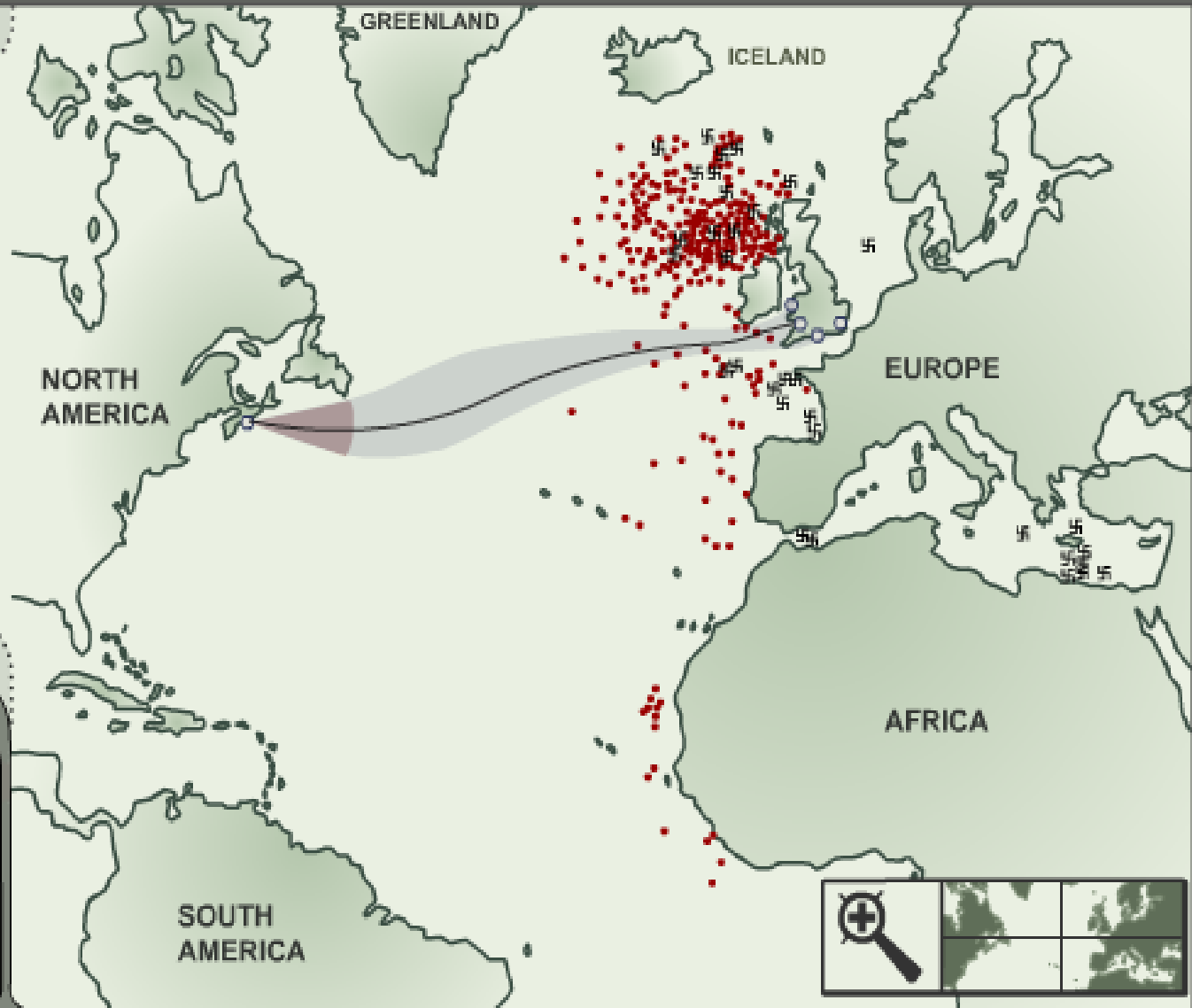
The Battle of the Atlantic starts when passenger ship *Athenia* is torpedoed by U-boat on September 3rd; first convoy route established.

To learn more visit "[The Battle of the Atlantic](#)" on the Juno Beach site.

# Atlantic Theatre

## LEGEND

- Merchant ships sunk
- ⚡ U-boats sunk
- Convoy Route
- General Area of Convoy Routes
- Radius of Local Escort
- Range of land-based aircraft
- Mid-Ocean Meeting Point



Learn More...

→ A Typical Convoy

→ Minesweeping

→ Air Ferry Routes

Choose An Area



Select a Year

1936

1937

1938

1939

**1940**

1941

1942

1943

1944

1945

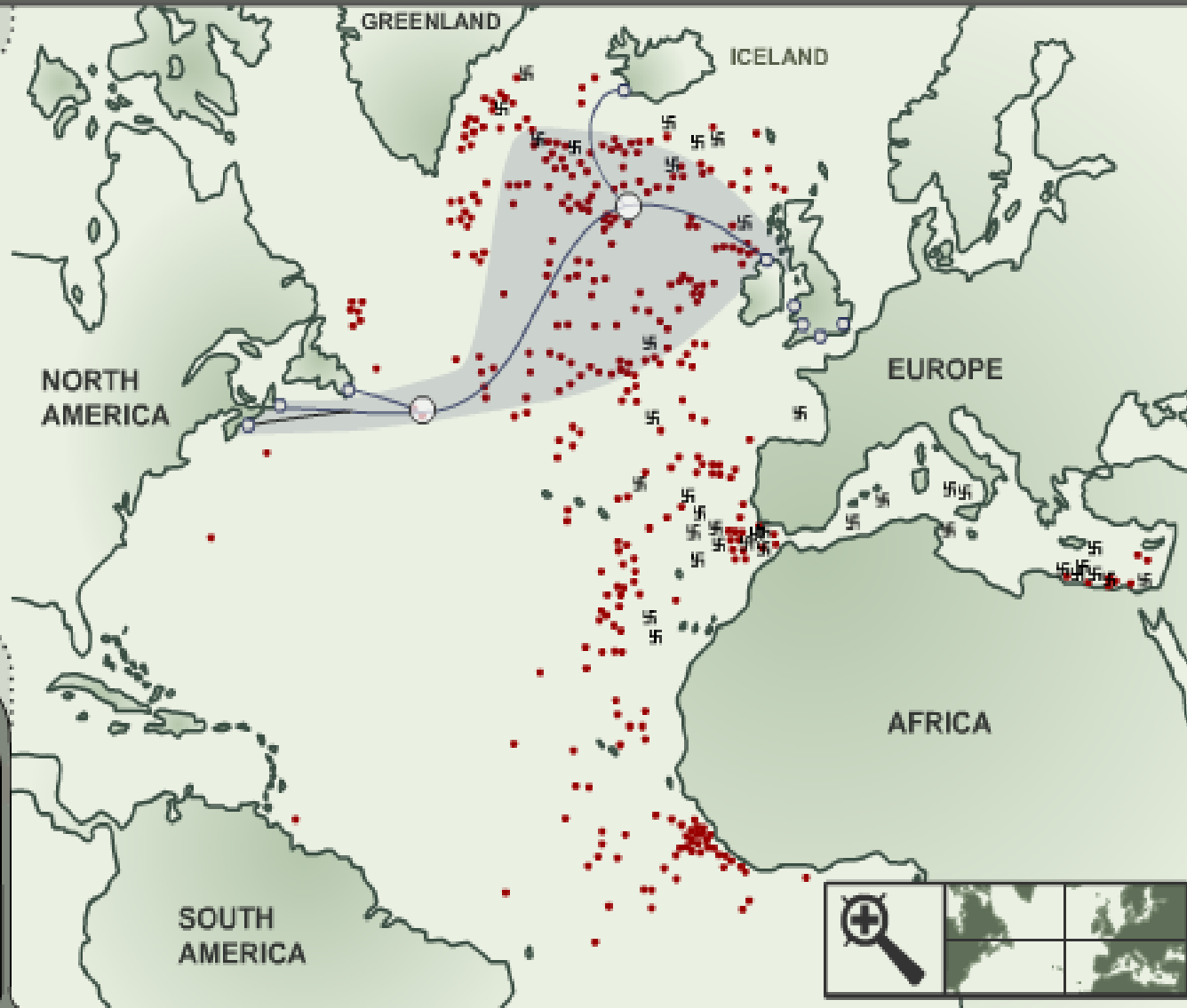
After the fall of France, *Kriegsmarine* sets up U-boat bases in Brest, Lorient and Saint-Nazaire; U-boats attack shipping near the British Isles.

To learn more visit "[The Battle of the Atlantic](#)" on the Juno Beach site.

# Atlantic Theatre

## LEGEND

- Merchant ships sunk
- ☠ U-boats sunk
- Convoy Route
- General Area of Convoy Routes
- Radius of Local Escort
- Range of land-based aircraft
- Mid-Ocean Meeting Point



Learn More...

→ A Typical Convoy

→ Minesweeping

→ Air Ferry Routes

Choose An Area

Select a Year 1936 1937 1938 1939 1940 **1941** 1942 1943 1944 1945

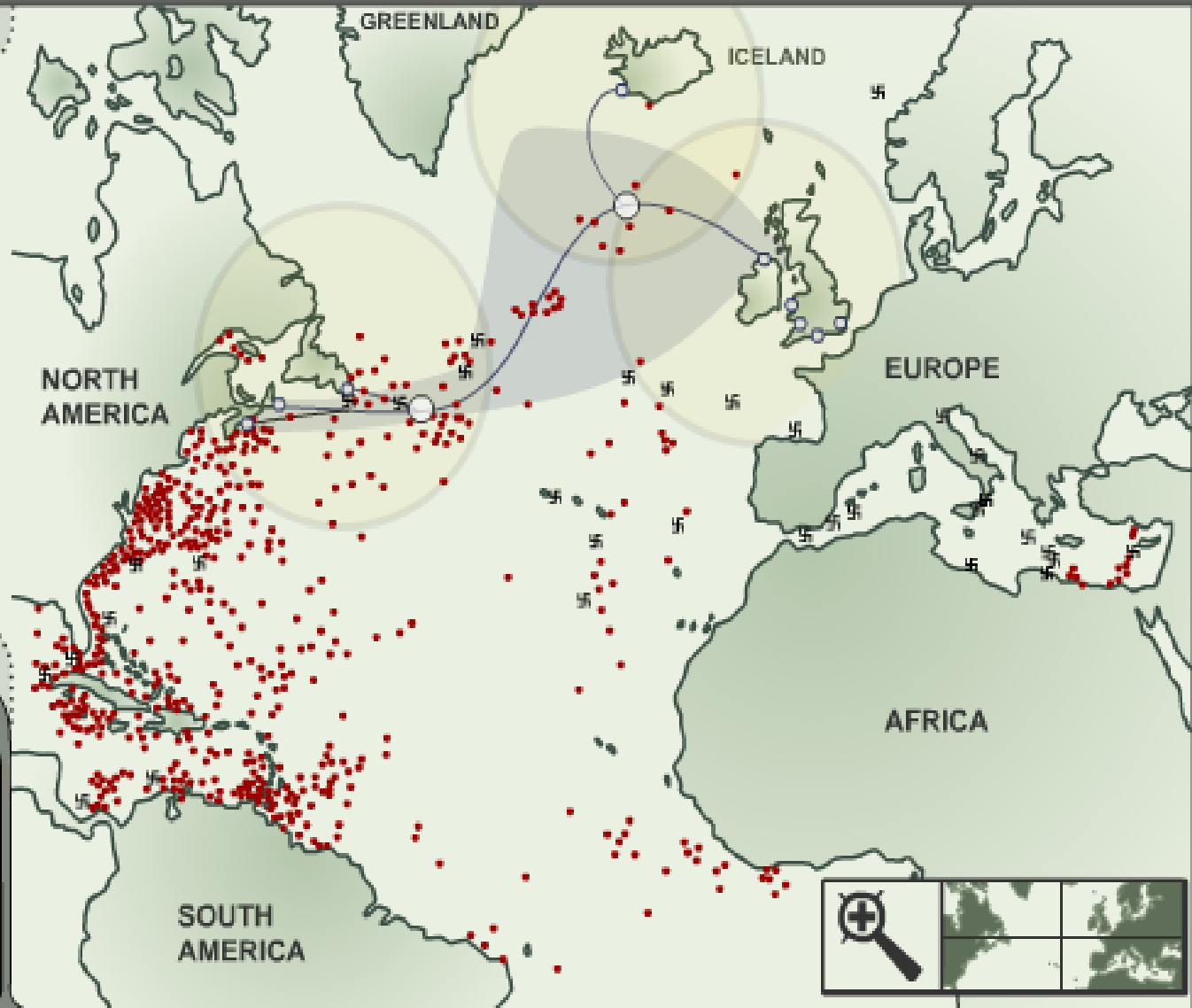


Wolf packs of U-boats attack convoys in the middle of the Atlantic; the United States enter the war.  
To learn more visit "The St. Lawrence Under Attack" on the Juno Beach site.

# Atlantic Theatre

## LEGEND

- Merchant ships sunk
- ☠ U-boats sunk
- Convoy Route
- General Area of Convoy Routes
- Radius of Local Escort
- Range of land-based aircraft
- Mid-Ocean Meeting Point



Learn More...

→ A Typical Convoy

→ Minesweeping

→ Air Ferry Routes

Choose An Area

Select a Year 1936 1937 1938 1939 1940 1941 **1942** 1943 1944 1945

U-boats attack shipping near the American coast and enter the gulf of St. Lawrence.

To learn more visit "[The St. Lawrence Under Attack](#)" on the Juno Beach site.

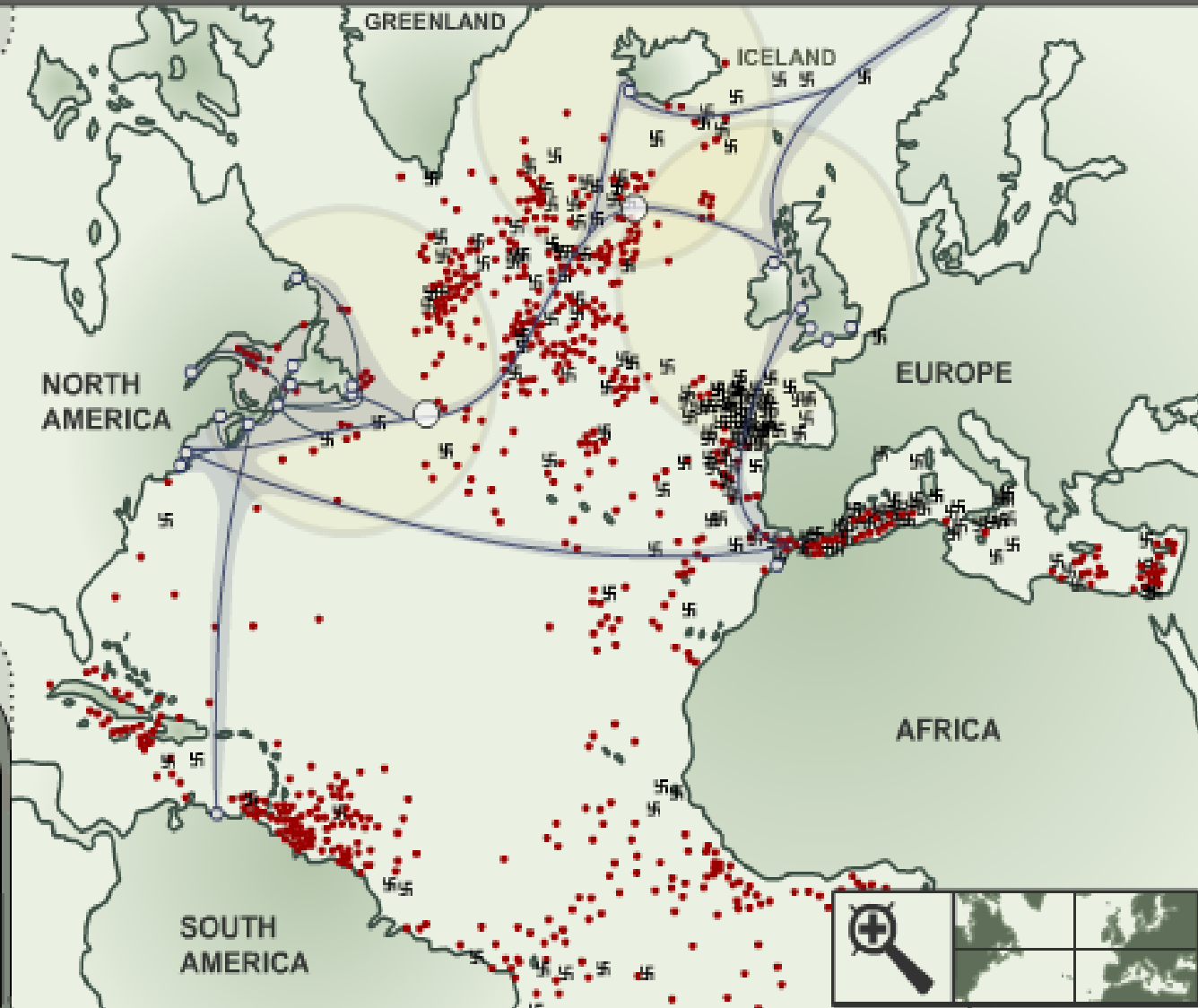




# Atlantic Theatre

## LEGEND

- Merchant ships sunk
- ☠ U-boats sunk
- Convoy Route
- General Area of Convoy Routes
- Radius of Local Escort
- Range of land-based aircraft
- Mid-Ocean Meeting Point



Learn More...

→ A Typical Convoy

→ Minesweeping

→ Air Ferry Routes

Choose An Area



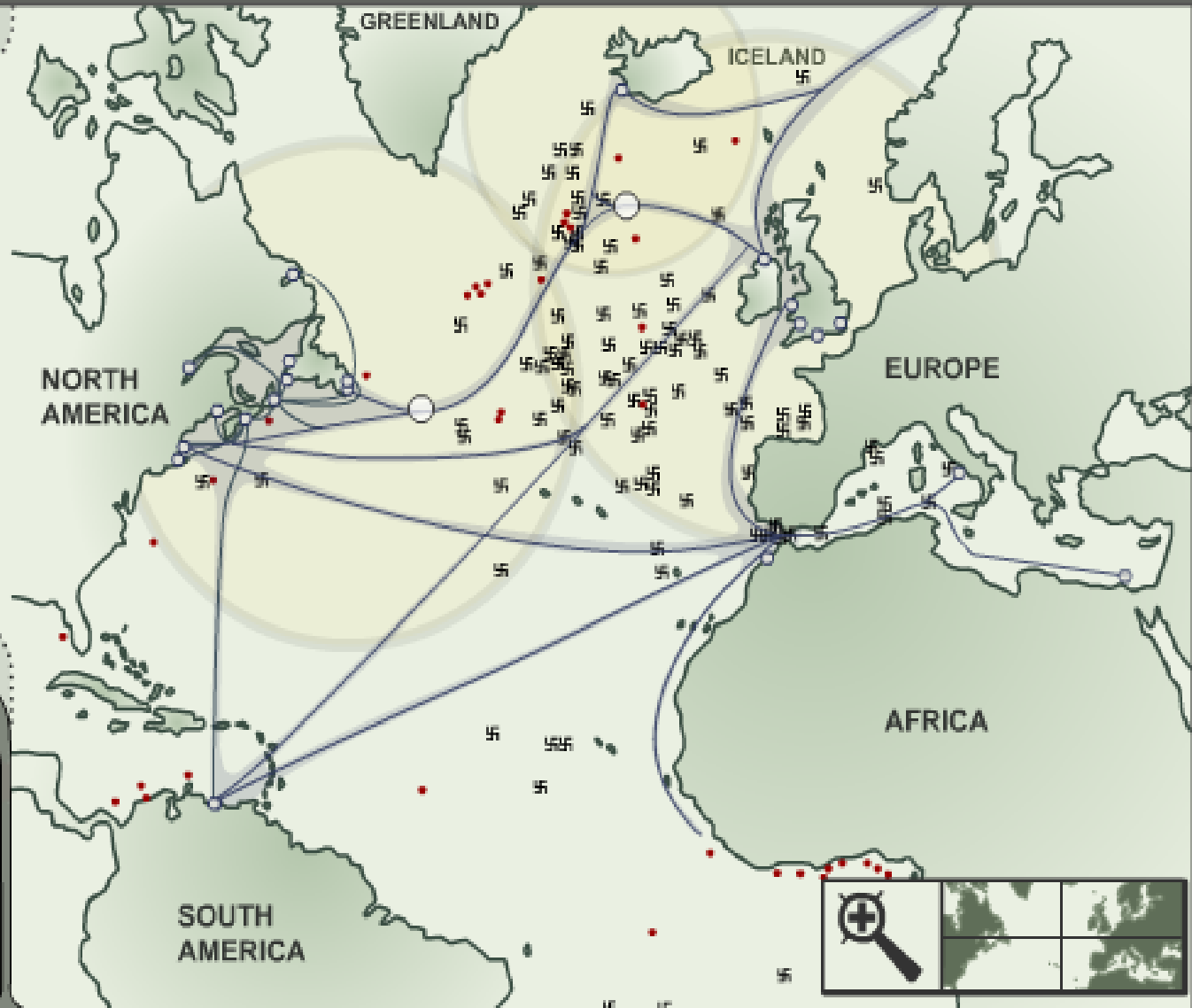
Select a Year 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 **1943** 1944 1945

U-boats attack shipping outside the areas of air patrol.  
To learn more visit "[Victory in the Atlantic](#)" on the Juno Beach site.

# Atlantic Theatre

## LEGEND

- Merchant ships sunk
- 卐 U-boats sunk
- Convoy Route
- General Area of Convoy Routes
- Radius of Local Escort
- Range of land-based aircraft
- Mid-Ocean Meeting Point



Learn More...

→ A Typical Convoy

→ Minesweeping

→ Air Ferry Routes

Choose An Area



Select a Year 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 **1944** 1945

Allied navies take control over the Atlantic.  
To learn more visit "[Victory in the Atlantic](#)" on the Juno Beach site.

# Atlantic Theatre

## LEGEND

- Merchant ships sunk
- ☠ U-boats sunk
- Convoy Route
- General Area of Convoy Routes
- Radius of Local Escort
- Range of land-based aircraft
- Mid-Ocean Meeting Point



Learn More...

→ A Typical Convoy

→ Minesweeping

→ Air Ferry Routes

Choose An Area



Select a Year

1936

1937

1938

1939

1940

1941

1942

1943

1944

1945

Fighting concentrated in the waters off Northwest Europe and Great Britain; Germany surrenders May 4th.

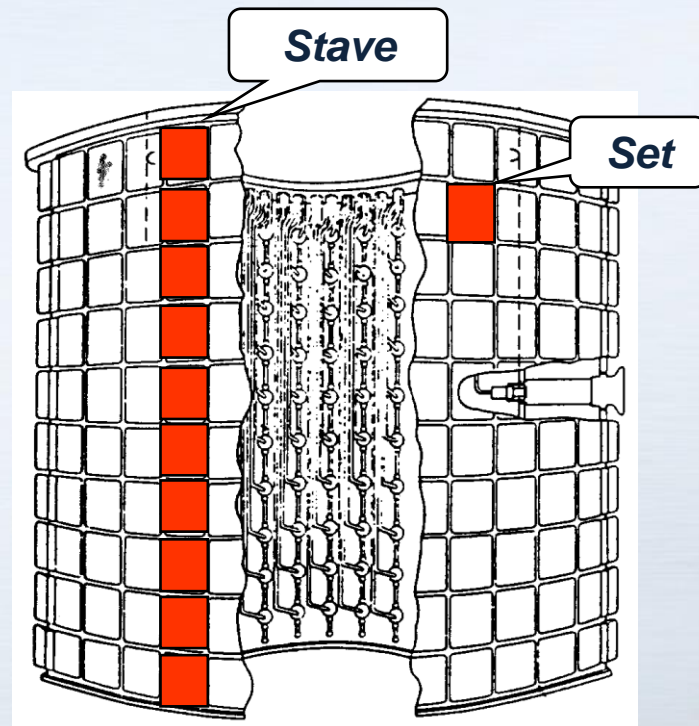
To learn more visit "Victory in the Atlantic" on the Juno Beach site.

# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Hull Mounted Sonar (HMS)*

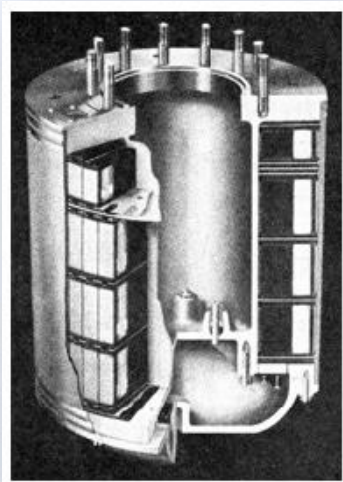
- Constituição

- Transdutor constituído por um conjunto de elementos (*sets*) dispostos verticalmente (*staves*)

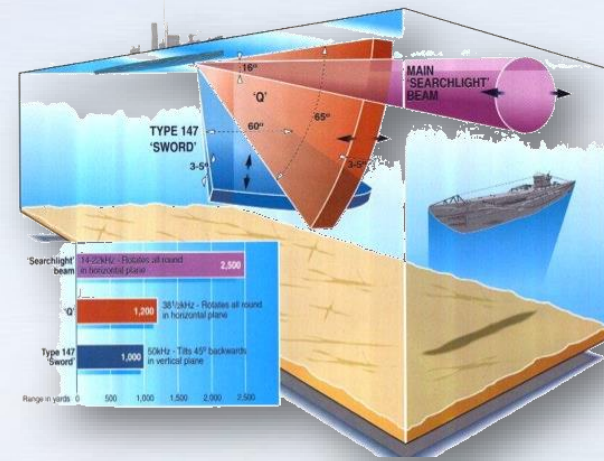
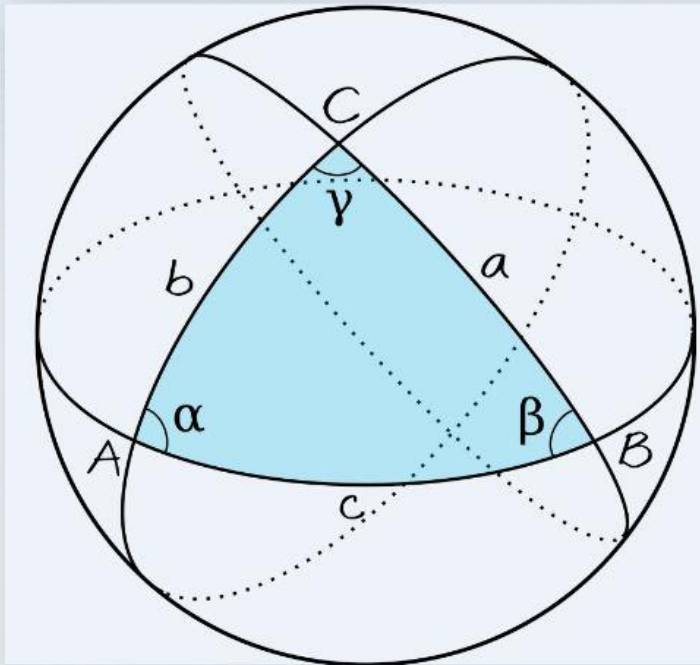




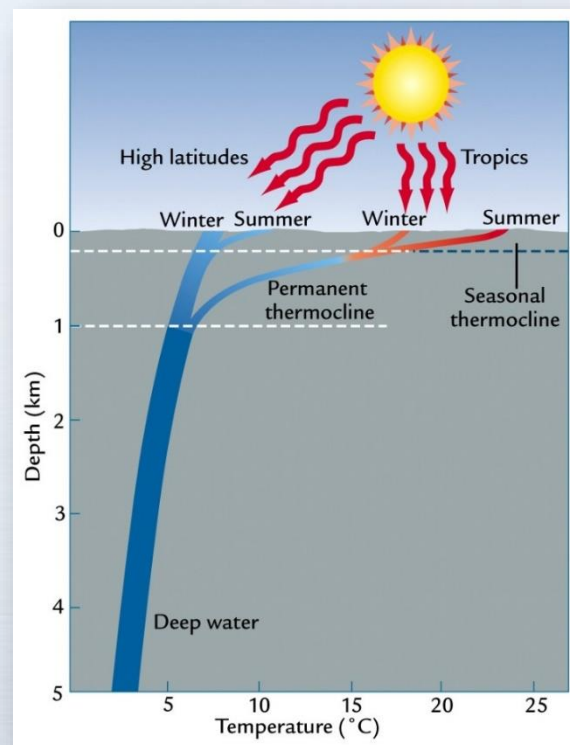
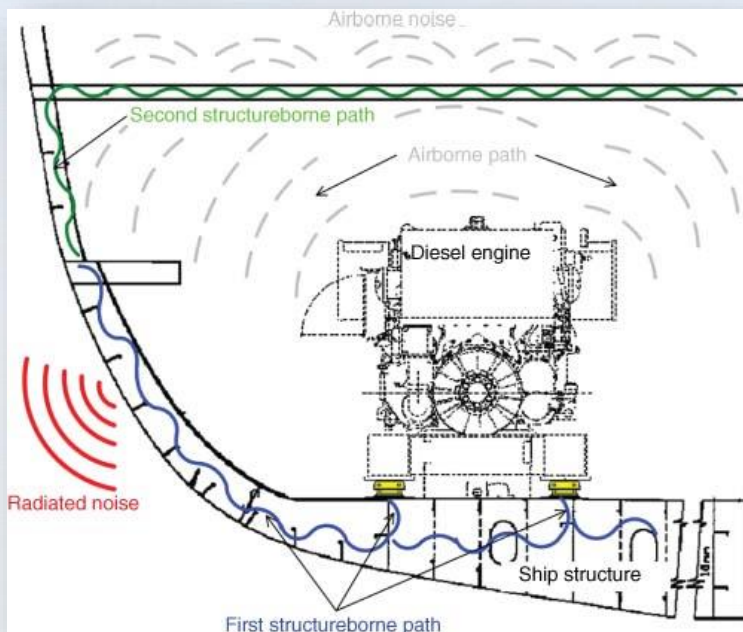
- Constituição
  - Transdutor constituído por um conjunto de elementos (*sets*) dispostos verticalmente (*staves*)
  - Cilíndrico ou esférico - transmissor e recetor



- Determina direção (azimute) e distância - NÃO indica profundidade



- Limitações físicas e ambientais
  - Ruído próprio do navio
  - Posição na coluna de água face ao perfil batitermográfico





## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos móveis - *Variable Depth Sonar (VDS)*

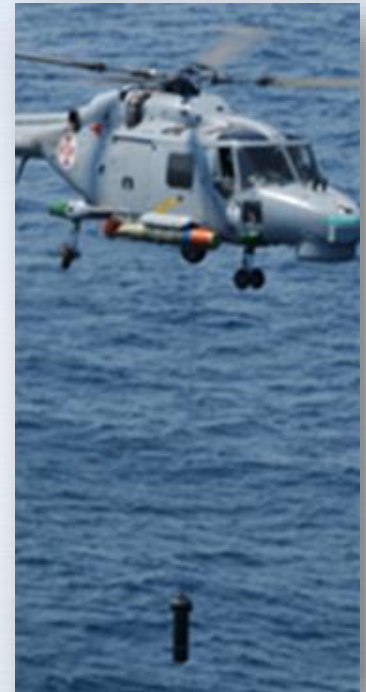




# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Variable Depth Sonar (VDS)*

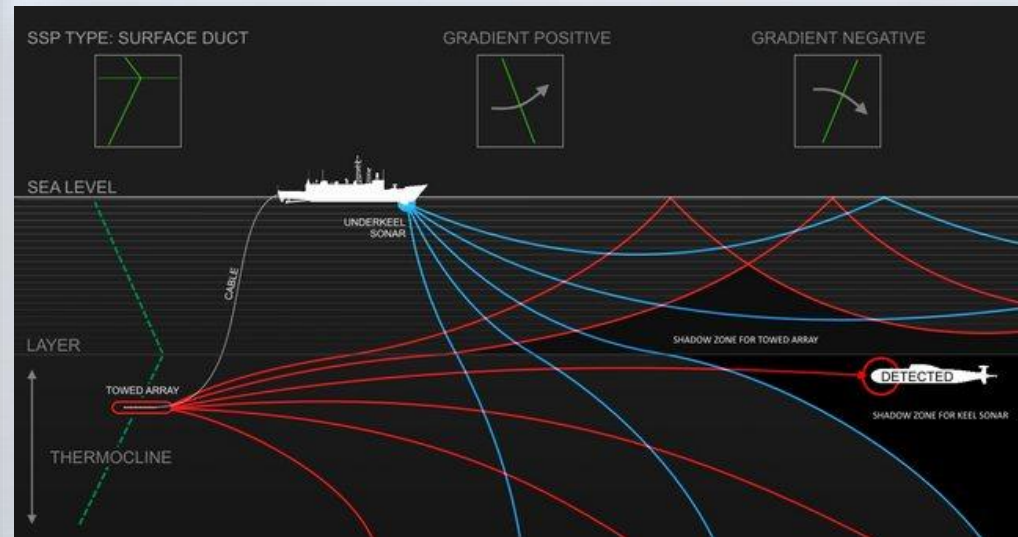
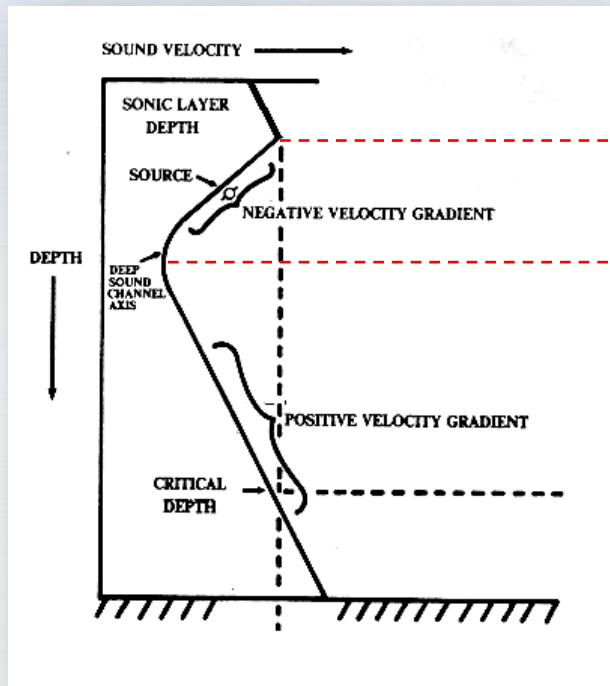
- Caracterização
  - Transdutor rebocado a profundidade controlável
  - Aproveitamento das condições batitermográficas
  - Menores interferências com a superfície
  - Redução do ruído próprio
  - Complementar ao sonar de casco - helicóptero ou rebocado



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

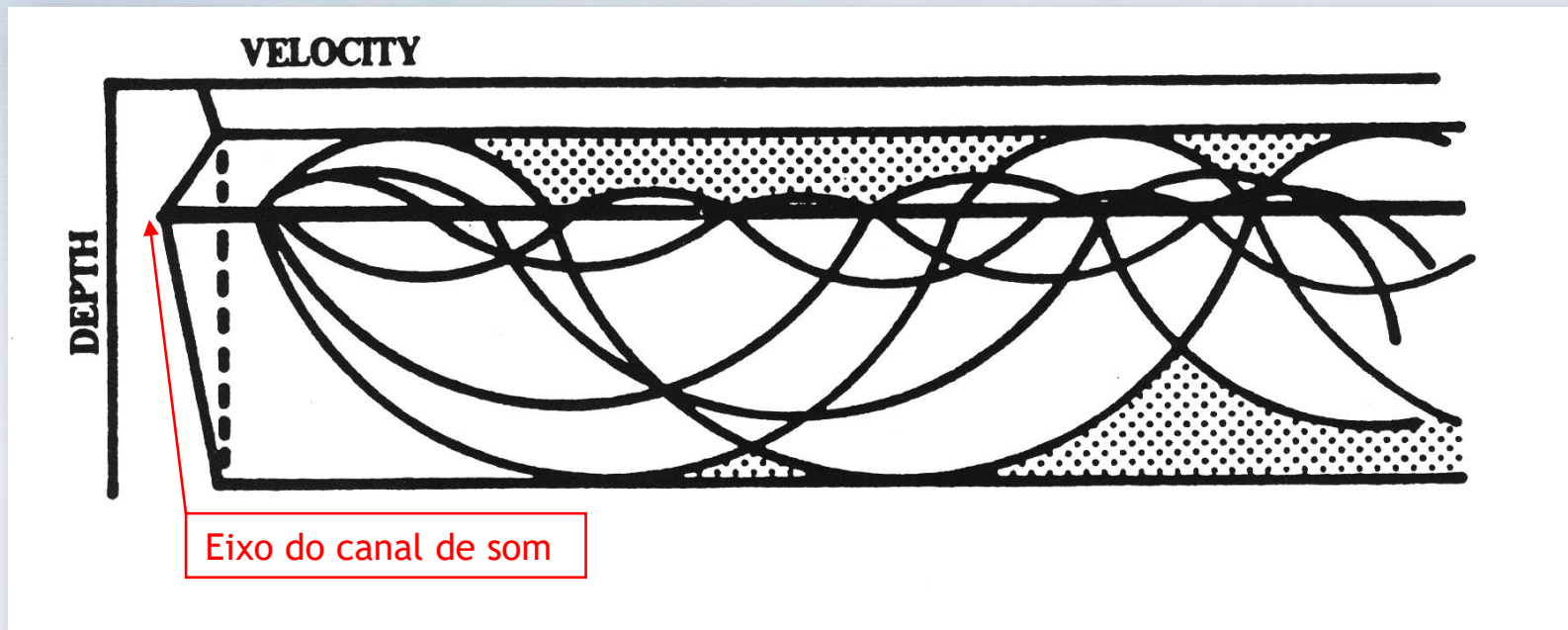
## Sensores acústicos móveis - *Variable Depth Sonar (VDS)*

- Profundidade = velocidade da plataforma + quantidade de cabo na água
- Otimizados no interior de canais de som - funcionamento ativo ou passivo



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Variable Depth Sonar (VDS)*


















# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Variable Depth Sonar (VDS)*

- Características de operação
  - Velocidades de lançamento, de operação e de recolha pré-definidas
  - Estado de mar limitado
  - Manobra limitada durante o lançamento e a recolha
  - Guinadas limitadas a um ângulo de leme máximo
  - Tempo lançamento e/ou de recolha ≈ 30 minutos
  - Profundidade mínima para lançar e operar



**TABELA 41A - ESCALA BEAUFORT (FORÇA DO VENTO)**

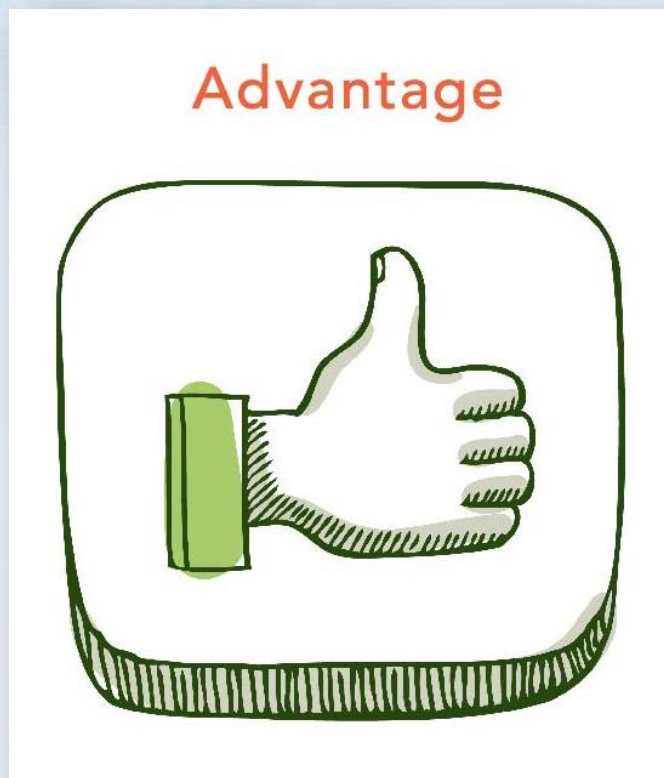
N.º DA ESCALA	DESIGNAÇÃO	VELOCIDADE DO VENTO			EFEITOS		ALTERA PROVÁVEL DA VAG. (m)
		km/h	mph	CONVENÇÃO GRÁFICA	NO MAR	EM TERRA	
0	CALMA (Calm)	< 1	0.0-0.2		Espeelho de merulho.	Folhas estacadas. O fumo sobe verticalmente.	—
1	ARAGENS (Light air)	1-3	0.3-1.5		Ferrugem no casco que encosta na superfície, mas o mar de espuma.	A direção do vento indica-se pelo fumo que não chega a desfilar as bandeirolas. Tendem as folhas das árvores.	0.1 (0.1)
2	FRACO (Light breeze)	4-6	1.6-3.3		Encalhado, há pequenas cristas de espuma incipientes.	Sentir-se o vento na cara. Movem-se as folhas das árvores. Geralmente, movem-se as bandeiras no mastro.	0.2 (0.2)
3	BONANCOZO (Gale breeze)	7-10	3.4-5.4		Pequenas vagas cegas criadas começam a rebentar. Algumas cristas brancas.	As folhas das árvores agitam-se constantemente. Desfolham-se as bandeiras.	0.6 (1)
4	MODERADO (Moderate breeze)	11-16	5.5-7.9		Pequenas vagas com tendão pelo mastro, mar de espumilhado. Numerosas cristas brancas.	Levanta-se poeira e pequenos objetos. Movem-se os ramos pequenos das árvores.	1 (1.5)
5	FRESCO (Fresh breeze)	17-21	8.0-10.7		Vagas moderadas. Há cristas brancas em todas as direções. Algumas brancas.	Movem-se as árvores pequenas. Retornam as pequenas vagas nos lagos.	2 (2.5)
6	MUITO FRESCO (FRESHALHO) (Strong breeze)	22-27	10.8-13.8		Concepções e formam-se vagas grandes. Aparecem o sistema de cristas brancas. Bandeirolas brancas.	Movem-se os ramos grandes das árvores. O fumo ao fundo é obliquo. Desfolham-se os ramos altos de grande árvore.	3 (4)
7	FORTE (Near gale)	28-33	13.9-17.1		A espuma branca das vagas que rebentam começa a fazer riscas.	As árvores inclinam-se. Dificuldade em andar contra o vento.	4 (5.5)
8	MUITO FORTE (MUITO RÍDIO) (Gale)	34-40	17.2-20.7		Vagas de grande comprimento. A espuma das cristas é formada pelo vento agitando-se em maré bem brancas.	Movem-se as pequenas ramos das árvores. Geralmente não se pode andar contra o vento.	5.5 (7.5)
9	TEMPESTUOSO (Strong gale)	41-47	20.8-24.4		Vagas muito altas começam a emular. Os bandeirolas alancas a visibilidade.	Ligeiras aversões nos edifícios. Cansa o clima quente e levantam-se as folhas.	7 (10)
10	TEMPORAL (Storm)	48-55	24.5-28.4		Vagas muito altas formam-se em todo o mar pelo abrandar da espuma. Visibilidade reduzida.	Atravessa as árvores e produz grandes estragos nos edifícios.	9 (12.5)
11	TEMPORAL DESFEITO (Violent storm)	58-63	28.5-32.6		Vagas excepcionalmente altas e visibilidade muito reduzida.	É muito raro. Produz grandes estragos em toda a parte.	11.5 (16)
12	FURACÃO (Hurricane, Typhoon)	> 64	> 32.7		As vagas atingem alturas descomunais. A visibilidade é seriamente afetada.	—	14 (—)



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos móveis - *Variable Depth Sonar (VDS)*

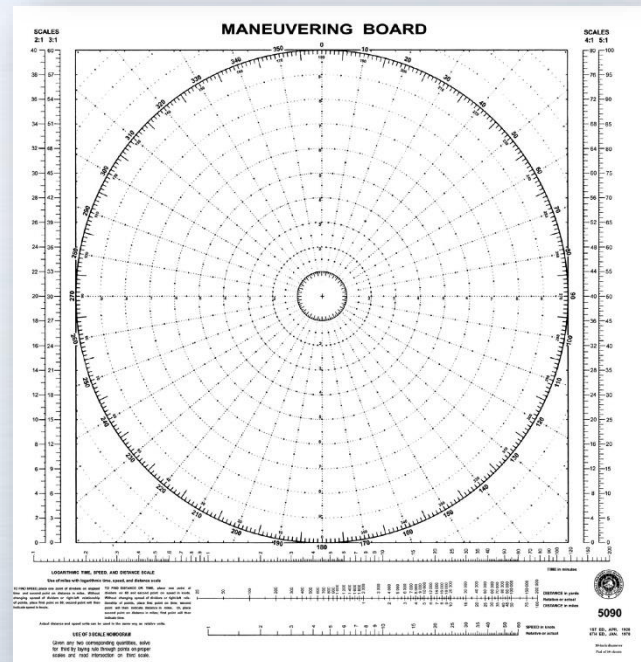
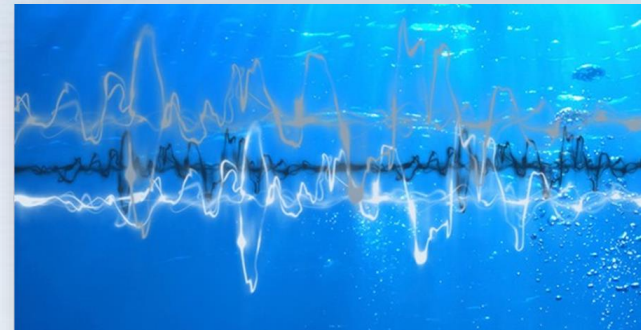
- Vantagens



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Variable Depth Sonar (VDS)*

- Vantagens
  - Não é tão afetado como o sonar casco pelo:  
Ruído próprio  
Ruído ambiente (estado do mar)
  - Cobertura mais eficaz a ré
  - Melhor cobertura e maiores alcances
  - Potência da transmissão superior aos HMS

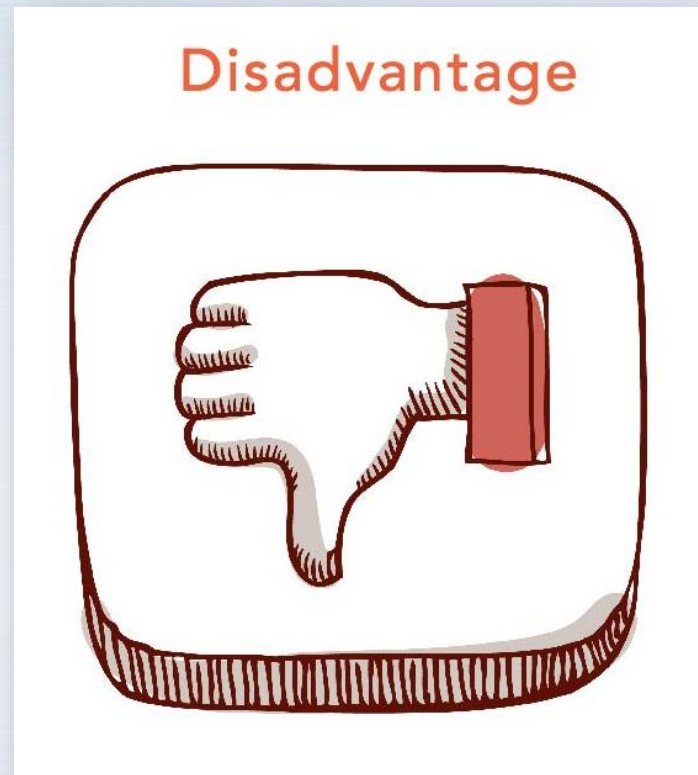


Ten 100-Watt Light Bulbs + 60 Minutes = 1 kWh

## Sensores e armas *Underwater Warfare* (UWW)

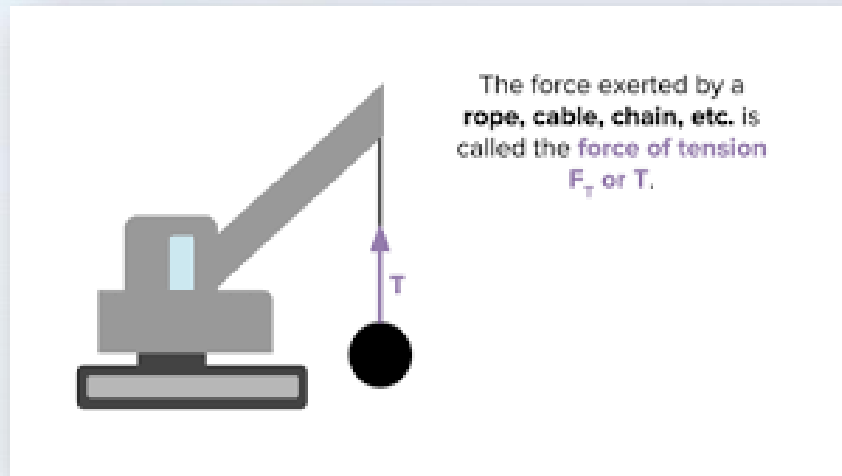
### Sensores acústicos móveis - *Variable Depth Sonar* (VDS)

- Desvantagens





- Desvantagens
  - Características de operação (informação no diapositivo acima mencionado)
  - Limitações acentuam-se nas fases de lançamento e recolha
  - Balanço proa-popa pode originar tensão do cabo de reboque
  - Dimensão considerável dos transdutores

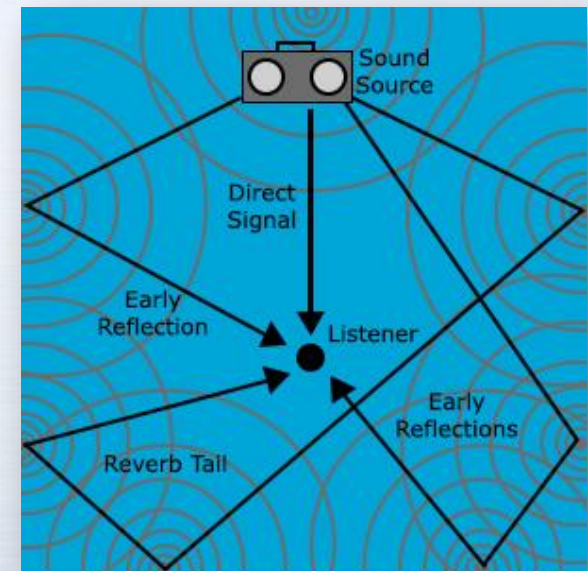
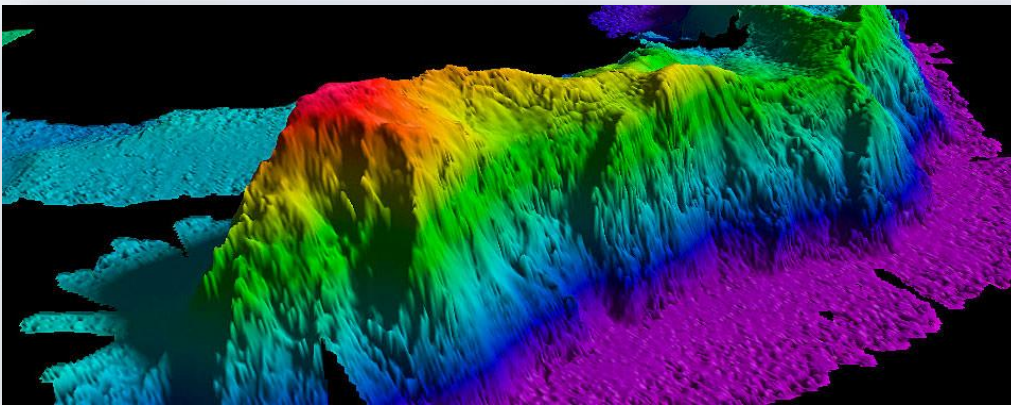




# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

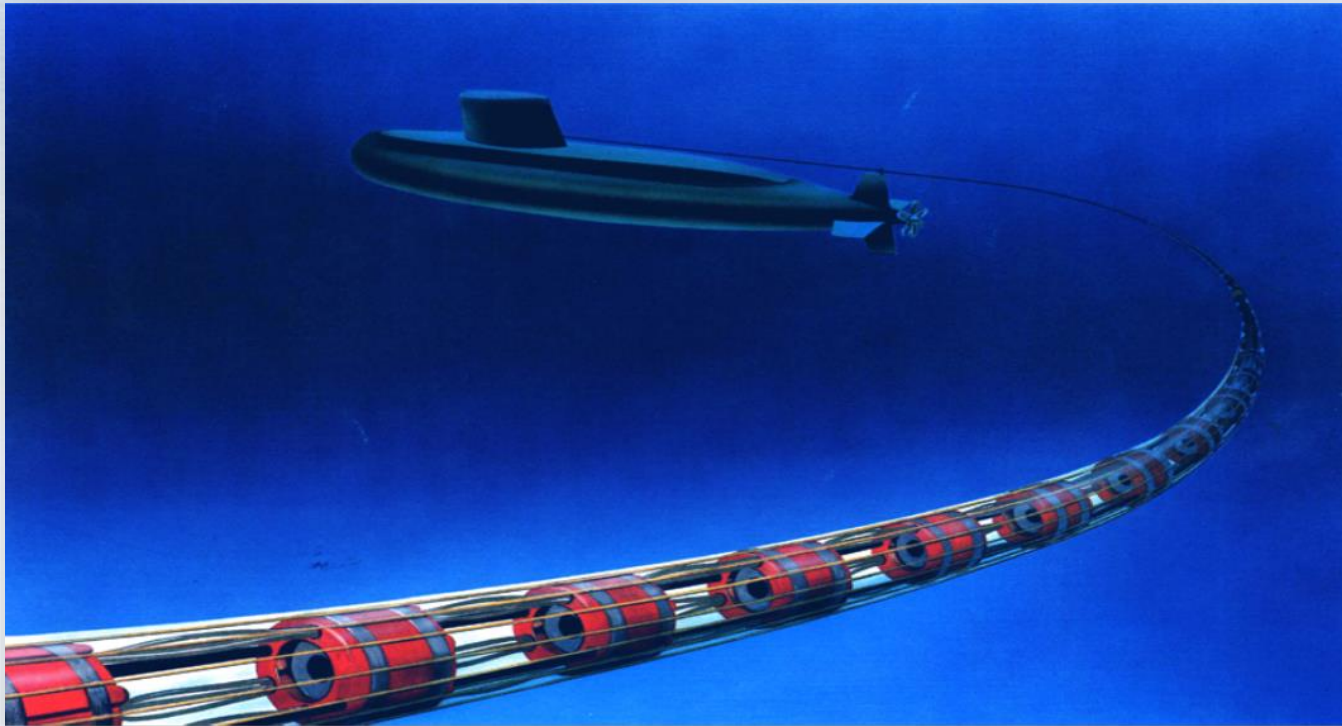
## Sensores acústicos móveis - *Variable Depth Sonar (VDS)*

- Desvantagens (continuação)
  - Embate contra destroços e navios afundados, bancos, picos submarinos
  - Reverberações de fundo
  - Sonares ativos com baixas frequências e potências altas - detetados pelos submarinos a grande distância



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

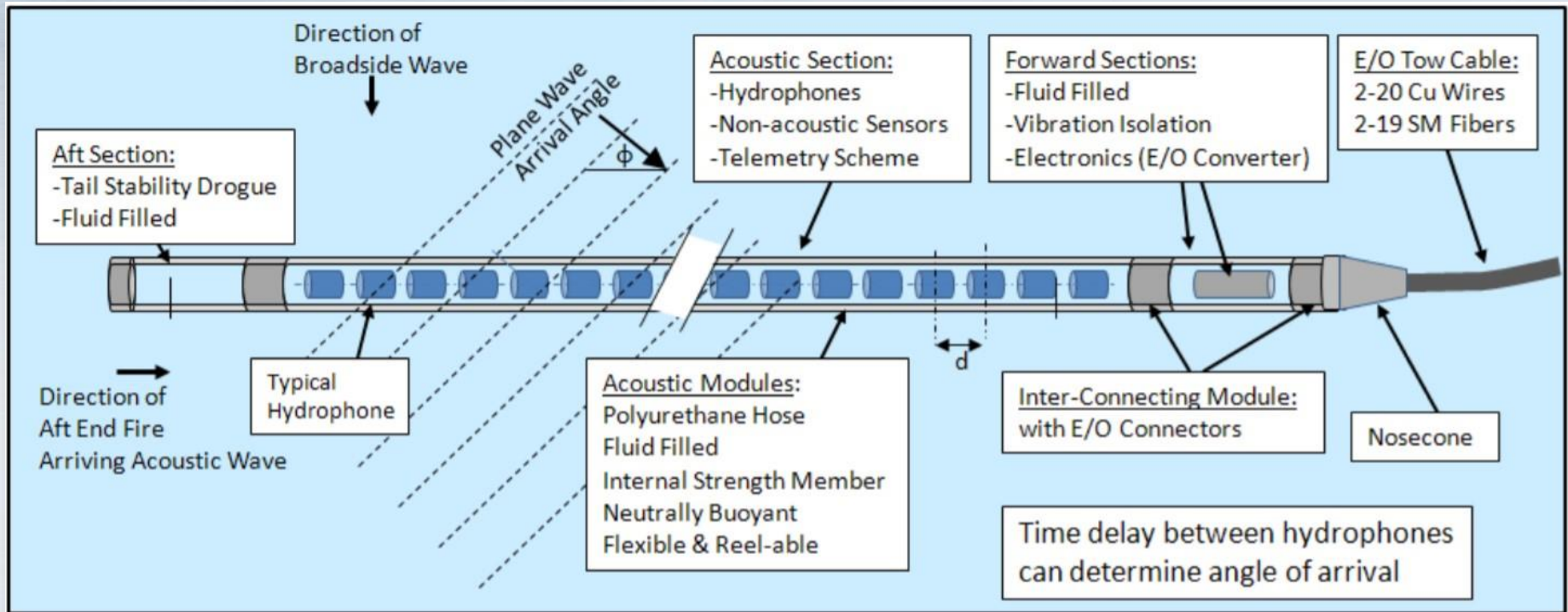
Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*





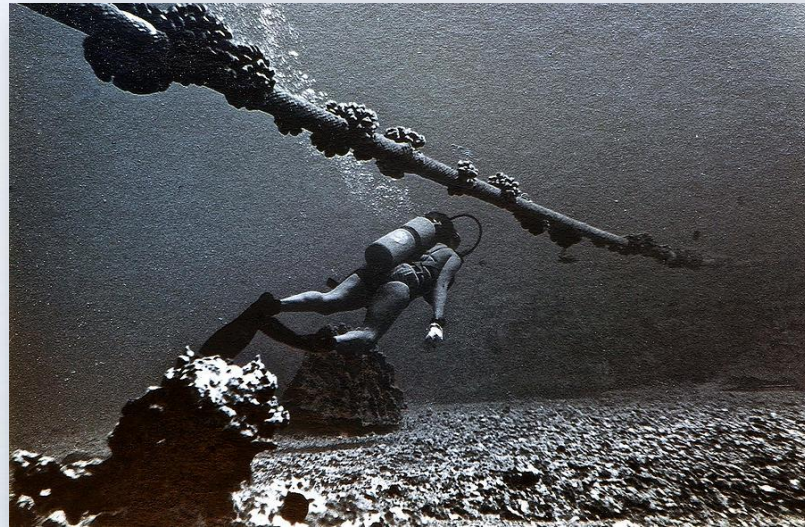
# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*



## Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*

- O SURTASS surgiu para eliminar ou reduzir as limitações inerentes a um sistema de vigilância fixo e vulnerável à destruição intencional por parte de terceiros (SOSUS) - complemento
- Em simultâneo passaria a haver um plano alternativo, caso algum dos SOSUS ficasse inoperacional





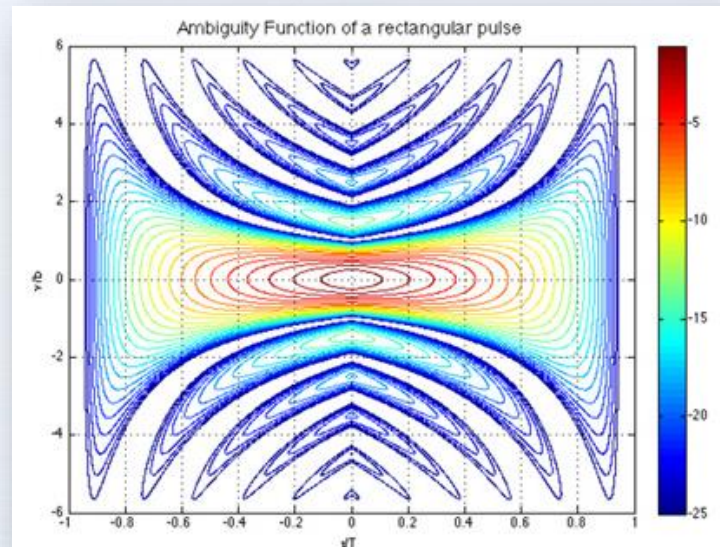
## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*

- O SURTASS surgiu para eliminar ou reduzir as limitações inerentes a um sistema de vigilância fixo e vulnerável à destruição intencional por parte de terceiros (SOSUS) - complemento
- Em simultâneo passaria a haver um plano alternativo, caso algum dos SOSUS ficasse inoperacional
- O SURTASS é constituído por uma cadeia de hidrofones semelhante à utilizada pelo SOSUS, mas construído para ser rebocado durante as patrulhas que lhe fossem consignadas

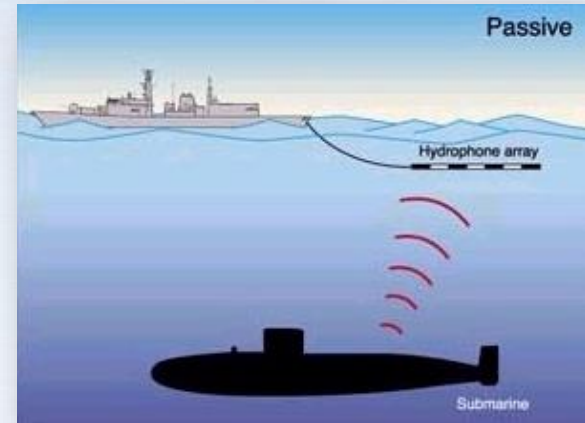


- O SURTASS é um sonar passivo
- Ambiguidade na marcação do contacto - dois azimutes recíprocos
- Ambiguidade é resolvida através da execução de diversas guinadas



## Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*

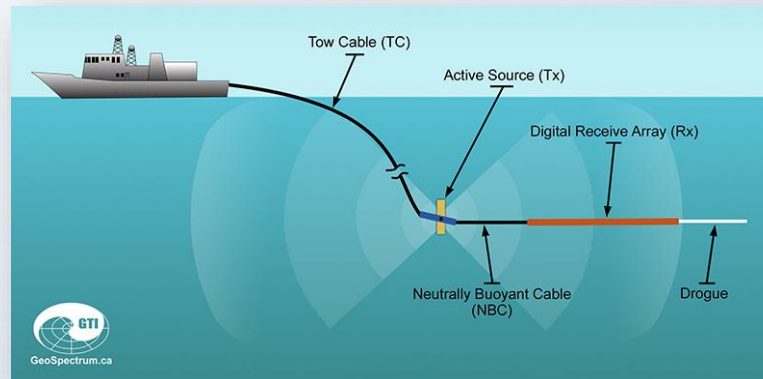
- O SURTASS é um sonar passivo
- Ambiguidade na marcação do contacto
- Espectro de baixas e altas frequências
- Procura direção, localização e classificação





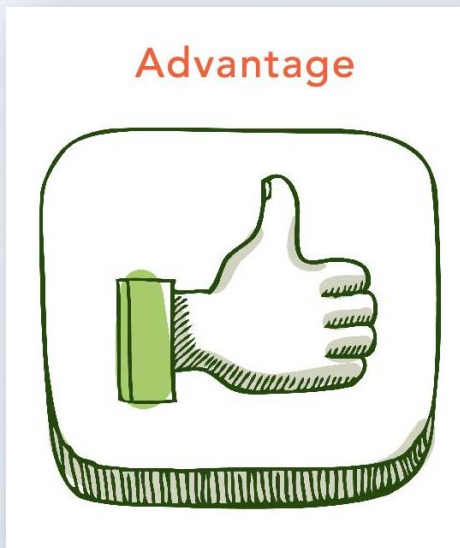
## Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*

- Caracterização
  - Arraiais de hidrofones rebocados
  - Velocidade de lançamento e/ou recolha  $\approx 5$  nós
  - Tempos de recolha e de lançamento  $\approx 60$  minutos
  - Baixas velocidades de operação  $\approx 12$  nós (sensibilidade do TAS)
  - Máxima velocidade reboque  $\approx 27$  nós
  - Profundidade mínima reboque  $\approx 27$  metros

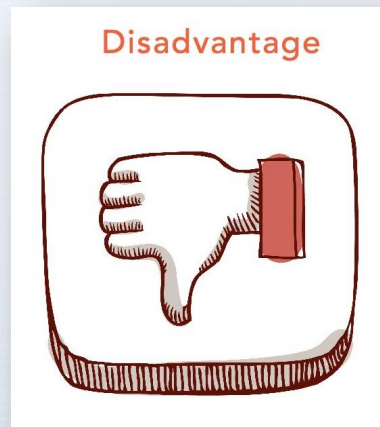




- Vantagens
  - Exploram o perfil batitermográfico
  - Separação física da interferência do ruído próprio
  - Não fornecem informações ao submarino

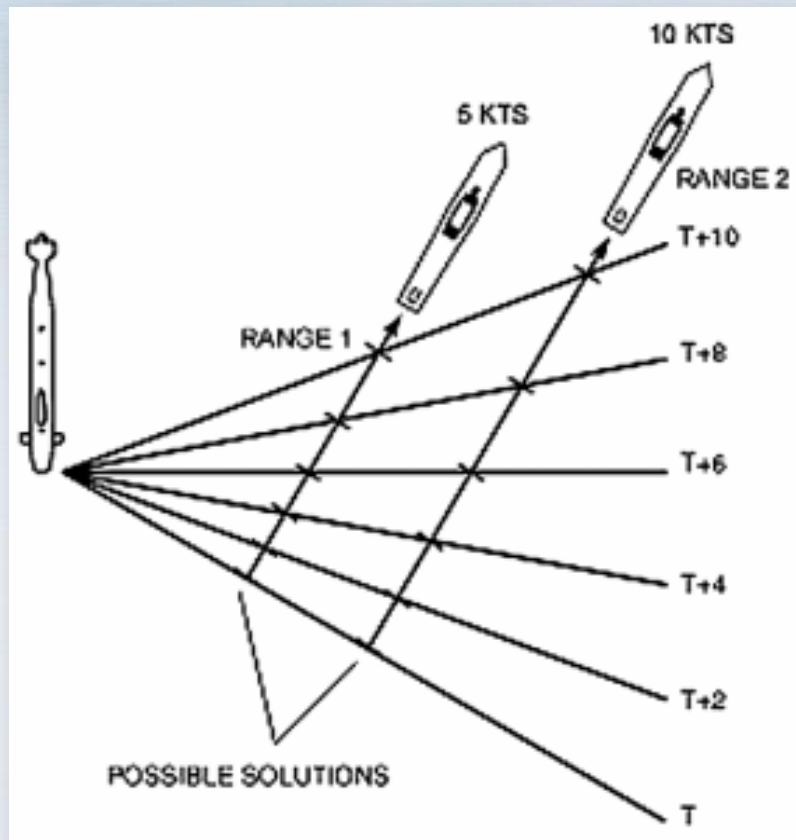


- Desvantagens
  - Ambiguidade no azimute
  - Não fornece distância à primeira deteção - correlação com outros sensores ou dispêndio de tempo encontrar solução (*Target Motion Analysis (TMA)*)



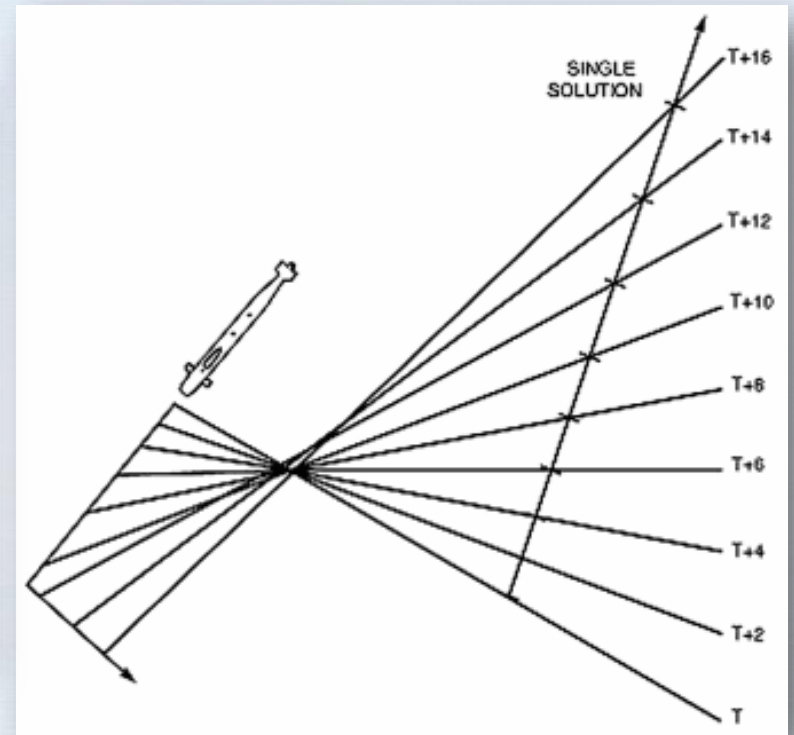
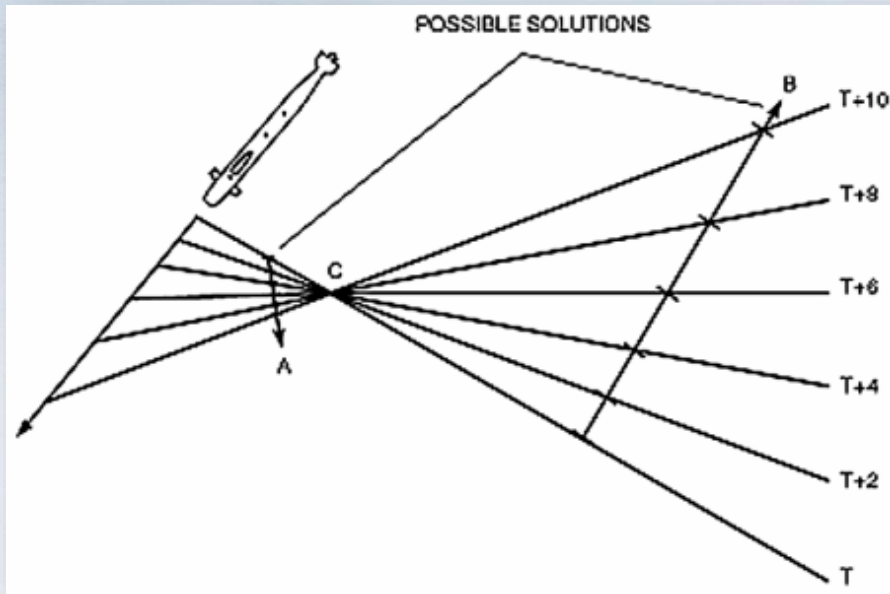
# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*



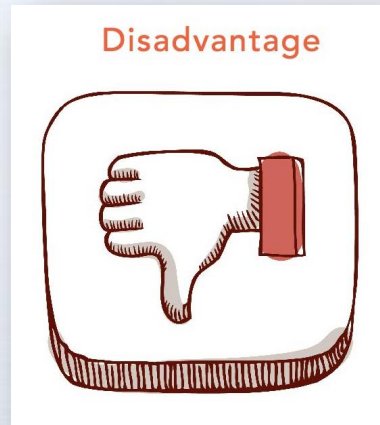
# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*





- Desvantagens
  - Ambiguidade no azimute
  - Não fornece distância à primeira deteção - correlação com outros sensores ou dispêndio de tempo encontrar solução (*Target Motion Analysis (TMA)*)
  - Dificuldade na deteção de submarinos mais silenciosos
  - Implicam redução de velocidade - maior vulnerabilidade





# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*

- Métodos de manutenção da profundidade

- CATAS (*Critical Angle Towed Array Sonar*)

Profundidade = velocidade da plataforma + quantidade de cabo na água

Rebocados a longas distâncias

Estabilização demorada após alteração de rumo

- DTAS (*Depressed Towed Array Sonar*)

Controlo hidrodinâmico mantém os sensores à profundidade desejada

Independente da velocidade e quantidade de cabo

Rebocados a distâncias mais curtas



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*

- Modos de operação

- SURTASS (*Surveillance TAS*)

Arraiais longos  $\approx 2500$  m

Otimizados para baixas velocidades  $\approx 3$  nós

Plataformas com reduzidas capacidades de comunicações, armamento e capacidade de análise do sinal

Informação da informação via satélite para terra



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*

- Modos de operação (continuação)

- TACTAS (*Tactical TAS*)

Caudas curtas

Otimizados para velocidades mais altas

Frequências de pesquisa mais elevadas

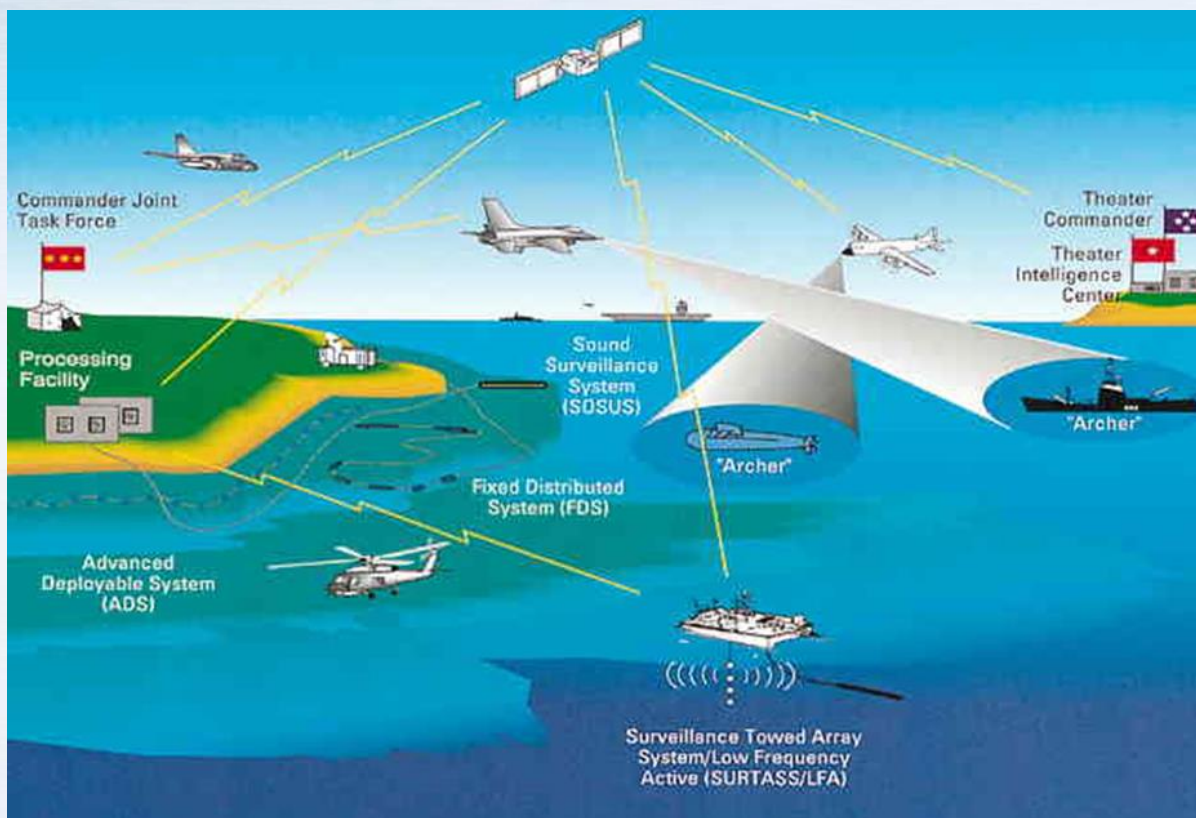
Plataformas com boas capacidades de comunicações, armamento e capacidade de análise do sinal



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*

- O conjunto do SOSUS e do SURTASS passou a ser designado por *Integrated Undersea Surveillance System (IUSS)*



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*

- O conjunto do SOSUS e do SURTASS passou a ser designado por *Integrated Undersea Surveillance System (IUSS)*
- O SURTASS começou por ser instalado em 12 navios
- Em 2010 restavam cinco navios SURTASS
- Dos navios SURTASS que deixaram de estar ao serviço dos EUA, dois foram cedidos a Portugal e estão ao serviço da Marinha, depois de terem sido convertidos em navios oceanográficos - classe D. Carlos I





## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

Sensores acústicos móveis - *Surveillance Towed Array Sensor System*





## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

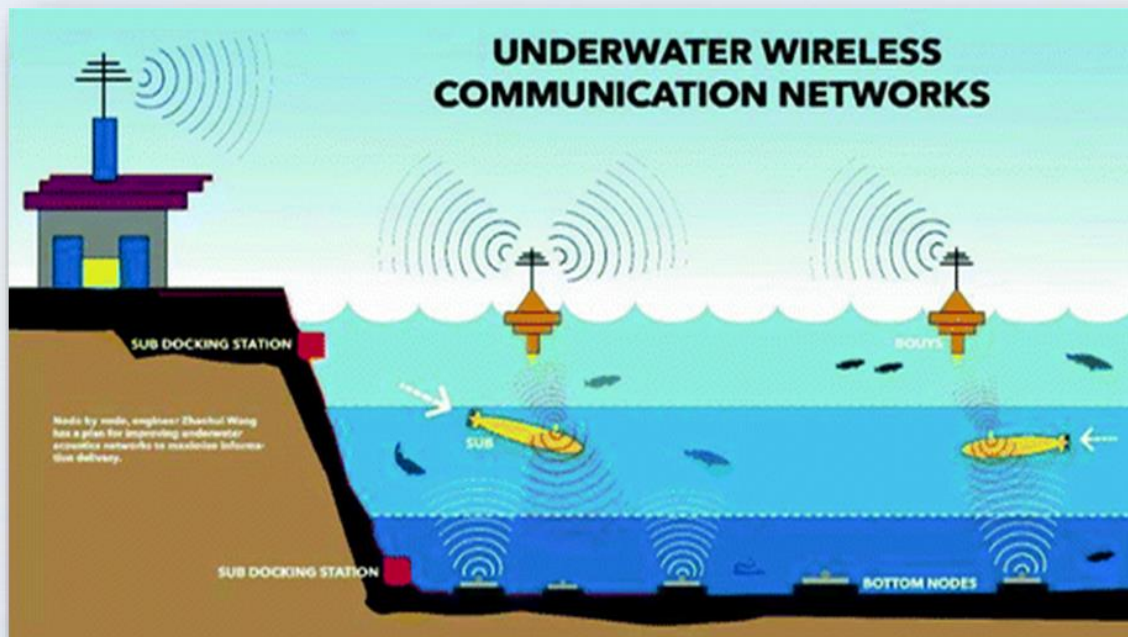
Sensores acústicos móveis - *Integrated Undersea Surveillance System*



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos móveis - *Integrated Undersea Surveillance System*

- Em 2017 os EUA iniciaram a maior melhoria ao IUSS desde a Guerra Fria (1991)
- *Deep Reliable Acoustic Path Exploitation System (DRAPES)*





# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

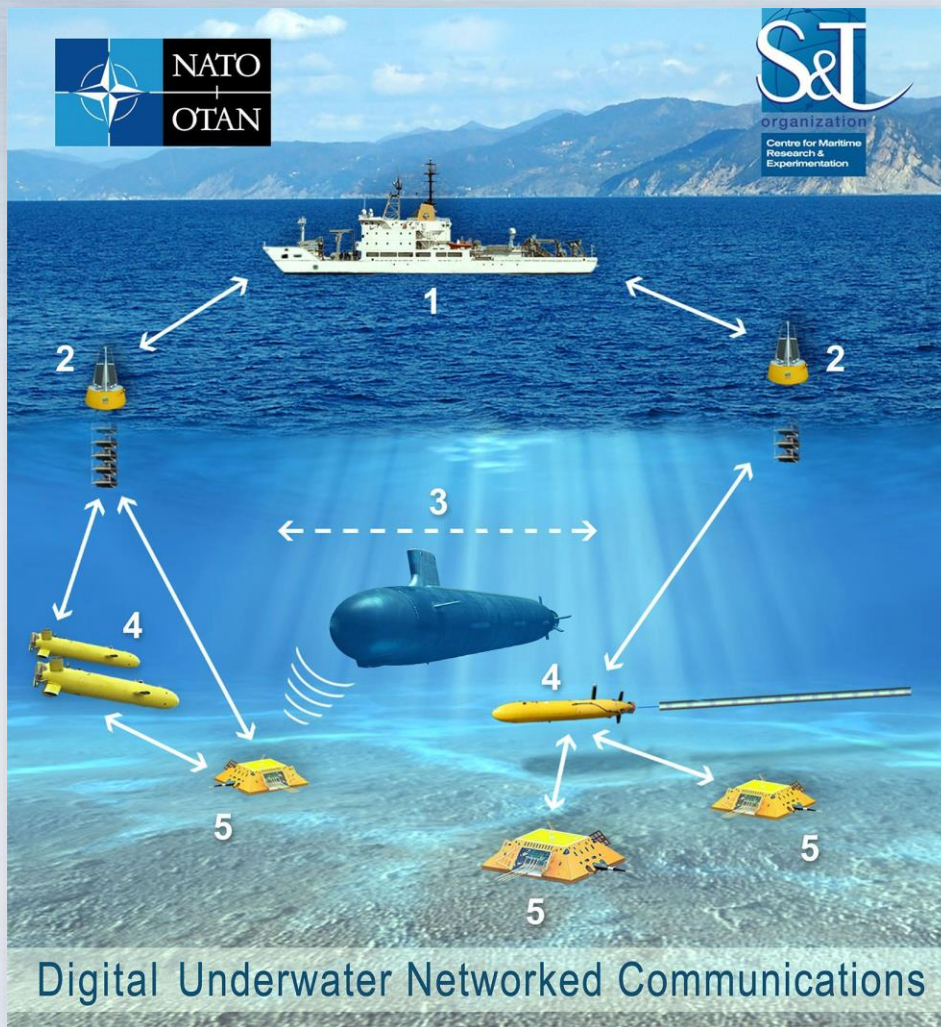
## Sensores acústicos móveis - *Integrated Undersea Surveillance System*

- Em 2017 os EUA iniciaram a maior melhoria ao IUSS desde a Guerra Fria (1991)
- *Deep Reliable Acoustic Path Exploitation System (DRAPES)*
- Rede de modems acústicos - rede sem fios subaquática - suprimindo a vulnerabilidade da estação costeira ser desligada dos hidrofones (cabos submarinos afetados)
- A rede sem fios poderá incluir como nós de comunicação diferentes cadeias de hidrofones, e *Unmanned Underwater Vehicles (UUV)*, *Unmanned Surface Vehicles (USV)* ou boias situadas à superfície



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Integrated Undersea Surveillance System*





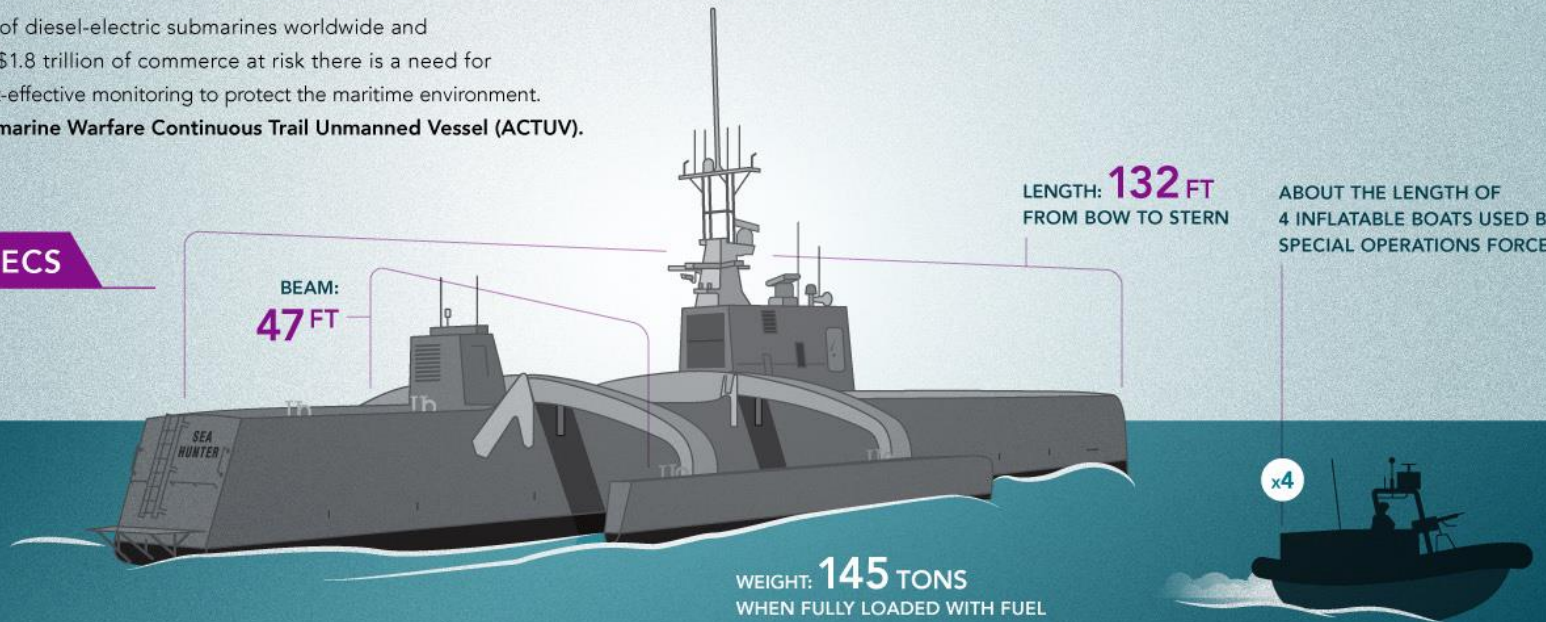
- *Unmanned Surface Vehicle (USV)*

# ACTUV: THE SILENT SUB TRACKER

With hundreds of diesel-electric submarines worldwide and approximately \$1.8 trillion of commerce at risk there is a need for continuous, cost-effective monitoring to protect the maritime environment.

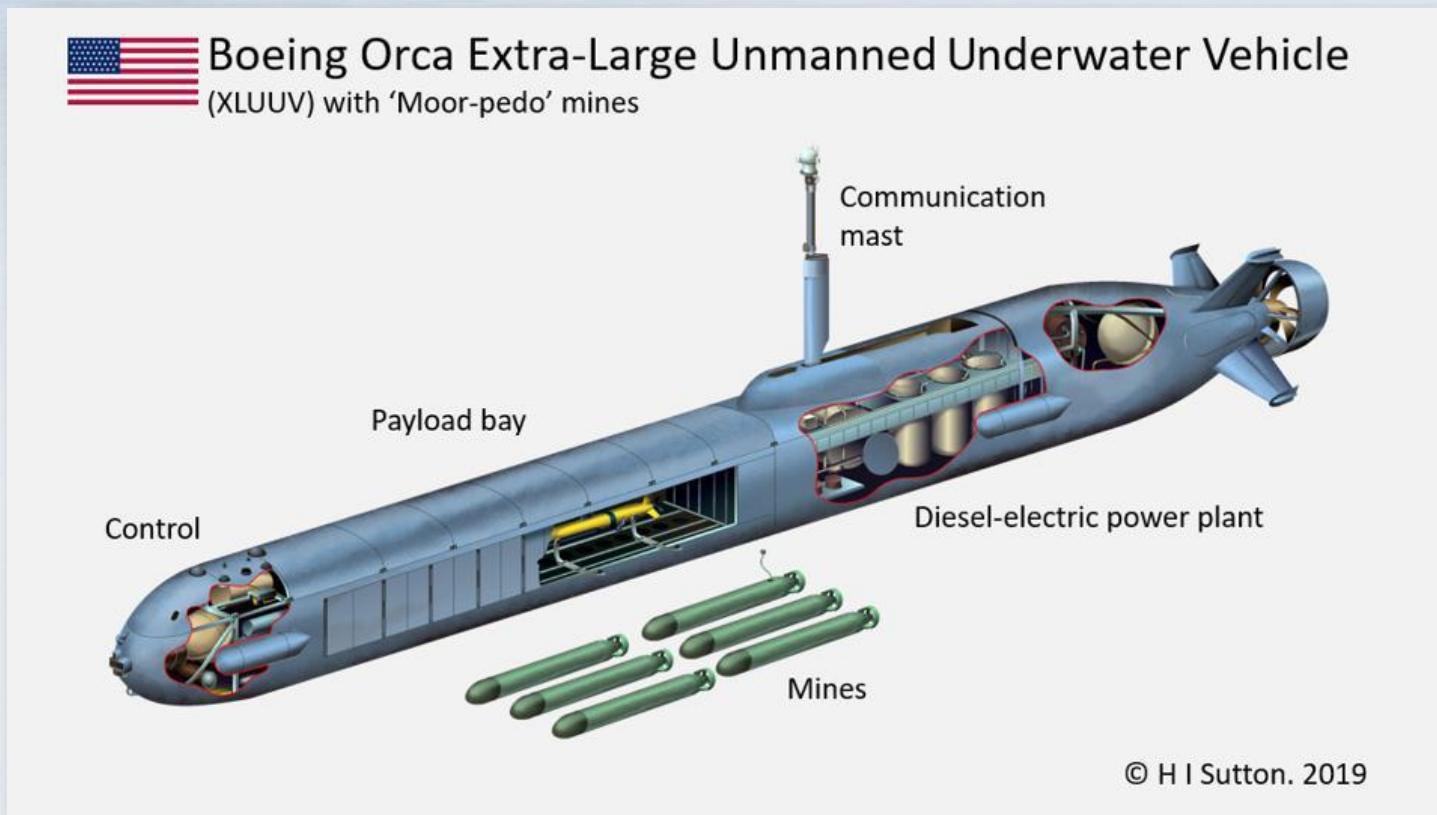
Enter Anti-Submarine Warfare Continuous Trail Unmanned Vessel (ACTUV).

### TECH SPECS



## Sensores acústicos móveis - *Integrated Undersea Surveillance System*

- *Unmanned Underwater Vehicle (UUV)*





## Sensores acústicos móveis - *Integrated Undersea Surveillance System*

- A informação recolhida poderá ser transmitida por comunicações satélite para as estações costeiras, para navios de superfície ou aeronaves de patrulhamento marítimo
- Em 2018 a Marinha norte-americana passou a incluir um navio de superfície não tripulado dedicado à guerra antissubmarina, mas capaz de integrar um leque diversificado de capacidades - construção modular



## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

### Sensores acústicos móveis - *Integrated Undersea Surveillance System*

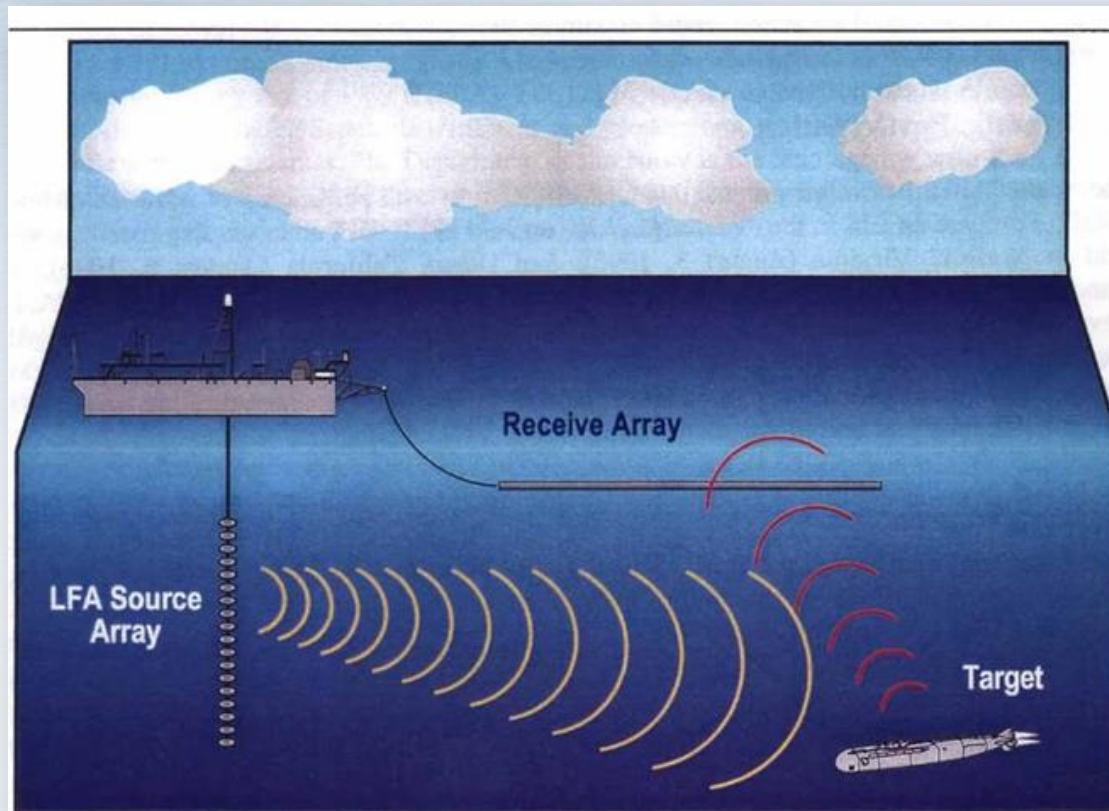
- *ASW Continuous Trail Unmanned Vessel (ACTUV)* - 40 metros de comprimento e uma autonomia de 60 a 90 dias
- Construído para detetar e seguir submarinos convencionais silenciosos, através de sonares ativos/passivos de longo alcance, e para se constituir como outra fonte de informação do IUSS, através de comunicações satélite





## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

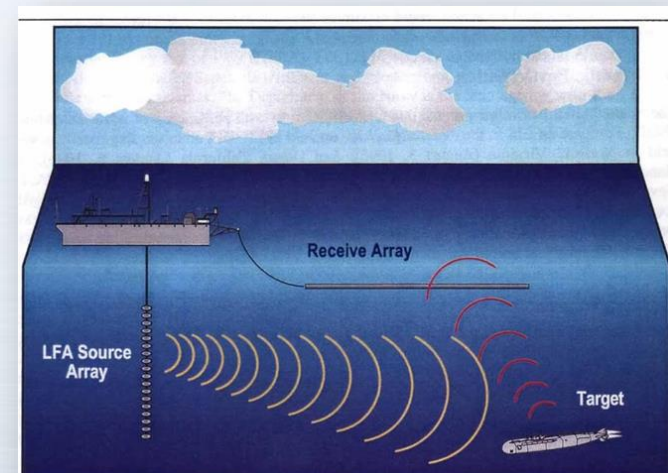
### Sensores acústicos móveis - *Low Frequency Active Sonar (LFAS)*



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Low Frequency Active Sonar (LFAS)*

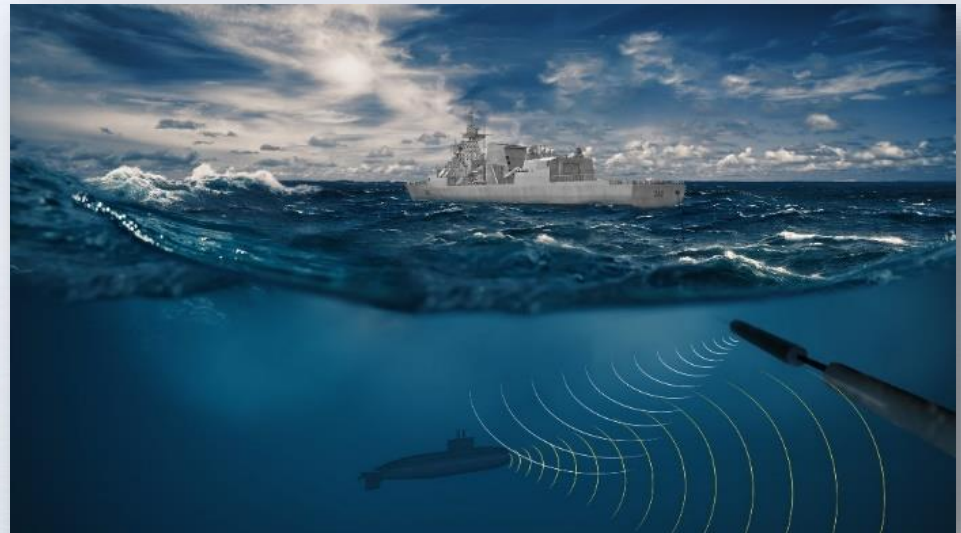
- Características
  - Ativo e/ou passivo
  - Velocidade de operação  $\approx$  10 a 20 nós
  - Profundidades operação até 235 metros
  - FM e CW
  - Deteção submarinos em *shallow waters* otimizada  $\leq$  200 metros



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Low Frequency Active Sonar (LFAS)*

- Características (continuação)
  - Baixas frequências
  - Potências elevadas
  - Duração da transmissão longa
  - Detecção de longo alcance
  - Contradeteção desfavorável





# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Low Frequency Active Sonar (LFAS)*

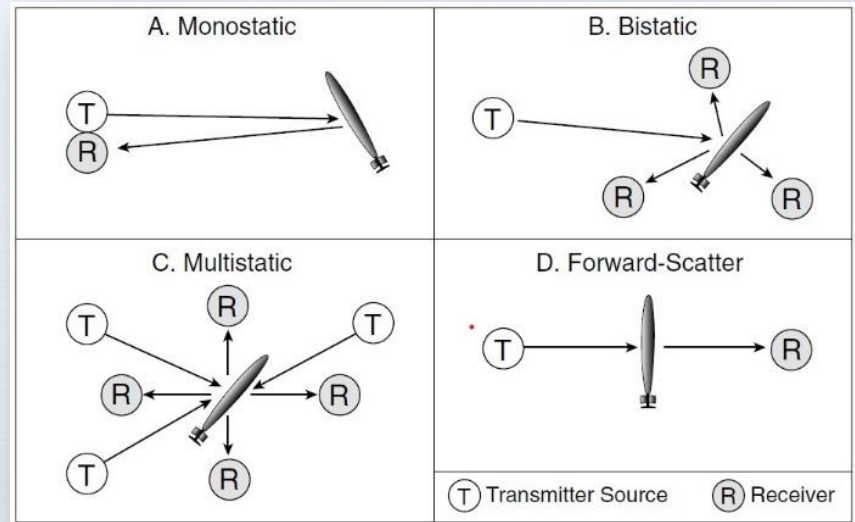
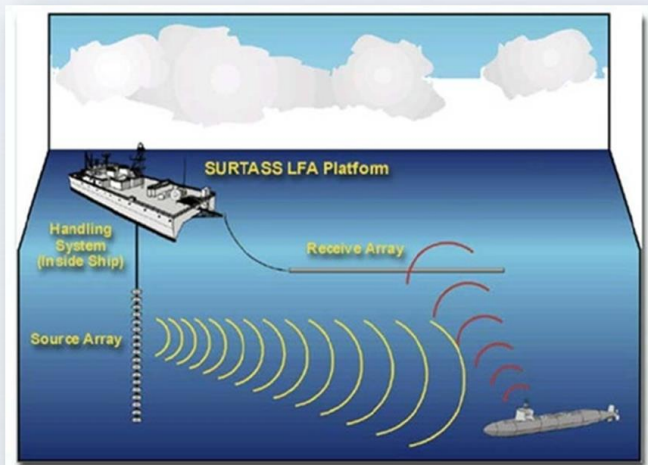




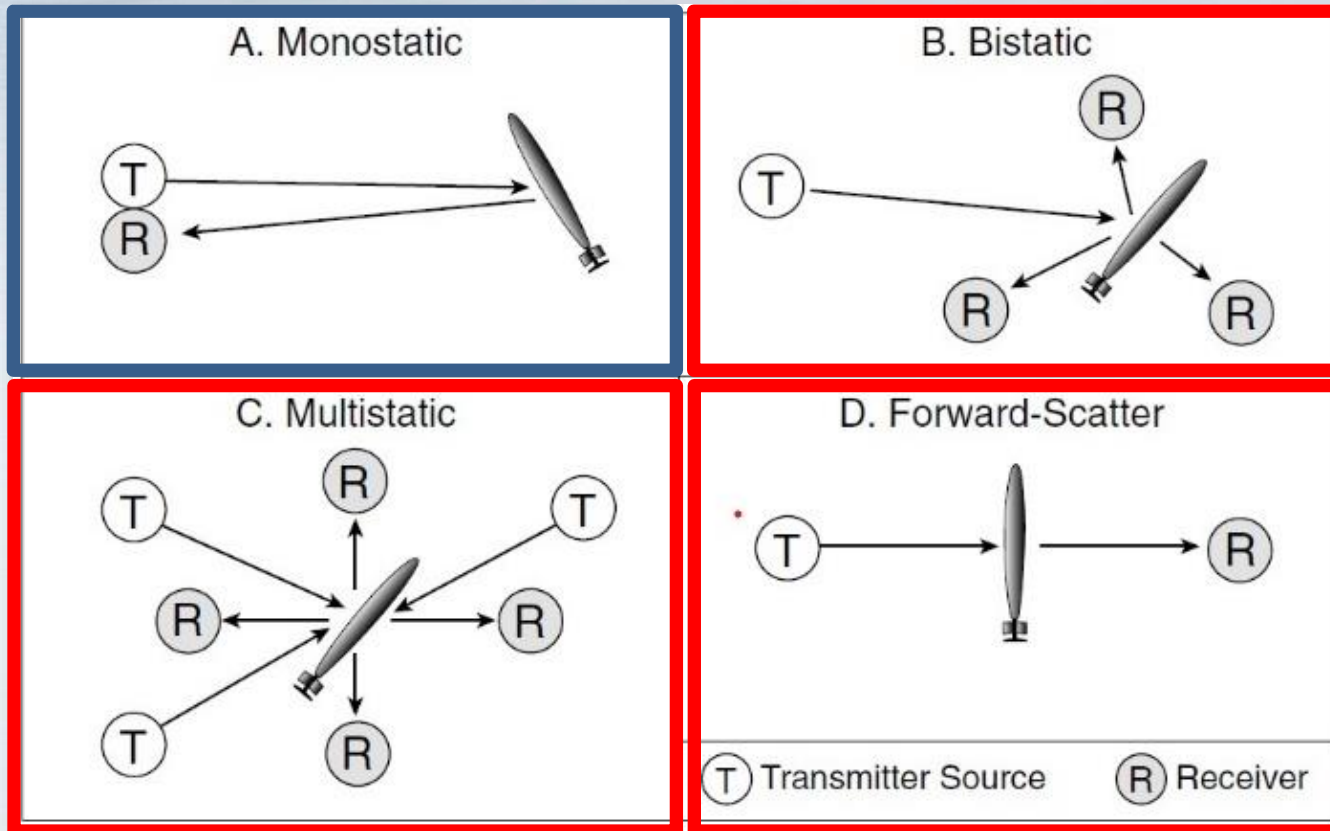
# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - *Low Frequency Active Sonar (LFAS)*

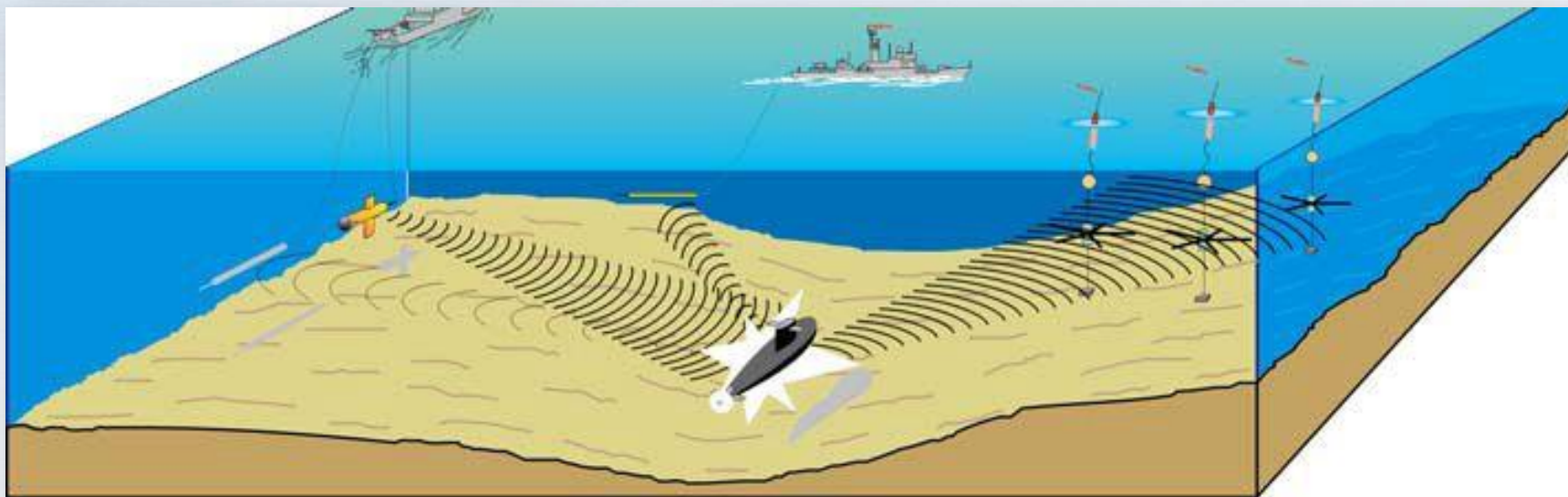
- Modo de interação dos sensores
  - Fonte emissora e fonte recetora encontram-se no mesmo ponto do oceano - interação mono-estática
  - Fonte(s) emissora(s) e fonte(s) recetora(s) não se encontram no mesmo ponto do oceano - restantes três opções



- Modo de interação dos sensores



- Modo de interação dos sensores





# Sensores e armas *Underwater Warfare* (UWW)

## Sensores acústicos móveis - Sonobóias





# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores acústicos móveis - Sonobóias



### THE P-3 ORION

The Lockheed P-3 Orion is a land-based four-engine turboprop aircraft mainly used for maritime surveillance and submarine hunting. It is uniquely suited to the task because of its long range, and built-in sonobuoy launching system. It has been in service since the 1960s. It is used by 17 countries.

### DROPPING THE SONOBUOY

A sonobuoy is a device designed to listen for trace noises from enemy submarines. These are being dropped to listen for black-box pings from Flight 370.

1. The sonobuoy is jettisoned through the Orion's launcher near the tail.

2. The sonobuoy is retarded and stabilized in flight by a parachute.

3. Upon impact with the water, the parachute is released.

4. At a predetermined depth, pressure causes a gas bottle to puncture. The expanding gas separates the sonobuoy into two parts. A suspension cable holds the halves together.

5. The buoyant upper unit containing a radio frequency transmitter returns to the surface.

6. The lower portion sinks to a preselected depth. Once there, it deploys a hydrophone array and a precise magnetic compass.

8. The signals are modulated by the transmitter and then relayed to an airborne processor aboard the Orion.

7. The array has five arms, each with five hydrophones. Any signals detected by the hydrophone are sent via the suspension cable to the upper unit.

### THE SONOBUOY

Length	Three feet
Weight	18 pounds
Operating life	8 hours
First developed	1942

Crew	11
Mission radius	1,345 nautical miles
Sonobuoys carried	87
Ceiling	28,765 feet
Maximum speed	411 knots

### LISTENING TO THE SONOBUOY

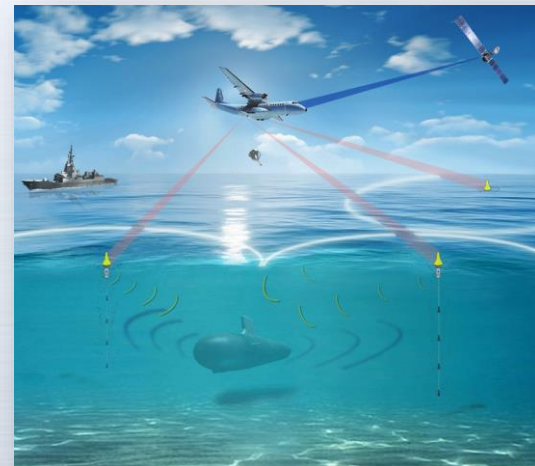
Once deployed in the water, the preprogrammed sonobuoy's hydrophone antenna picks up specific sounds. The crew aboard the P-3 Orion can analyze the data from multiple sonobuoys to triangulate.

In active mode, the sonobuoy pings and listens for a rebound in order to seal enemy submarines. In this case, the sonobuoys are passive and listening only.

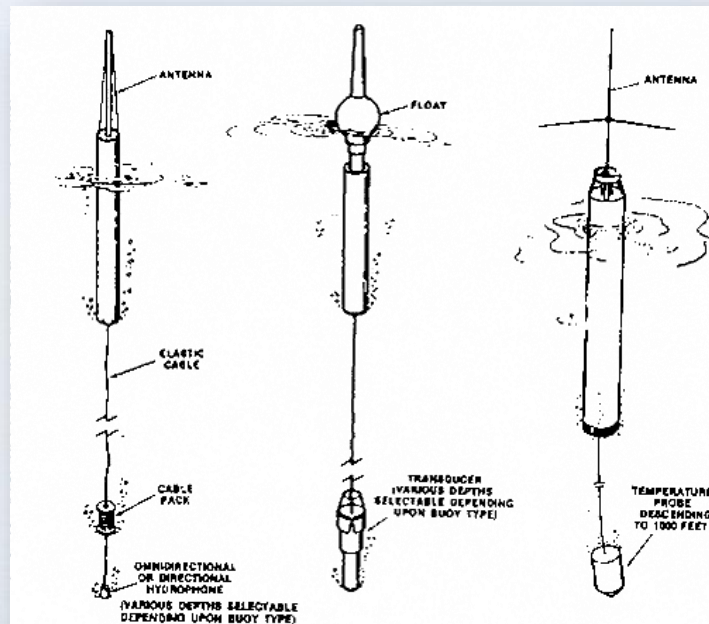




- Cilindro com cerca de 90 cm por 13 cm
- Lançadas por aéreos - helicópteros ou *Maritime Patrol Aircraft* (MPA)
- Sonar em *miniatura* com comunicações rádio - VHF e/ou UHF
- Constituídas por:
  - Sensor que se afunda até profundidade definida
  - Equipamento de comunicações que fica à superfície e transmite os dados para a plataforma-mãe
- Autonomia de uma a oito horas



- Energia é fornecida por uma bateria ativada pela água do mar
- Afundam-se no final da sua vida útil
- Profundidade do transdutor pode ser regulada para algumas sonobóias
- Deriva a considerar nos cálculos - atualização no sistema de combate





- Tipos de sonobóias

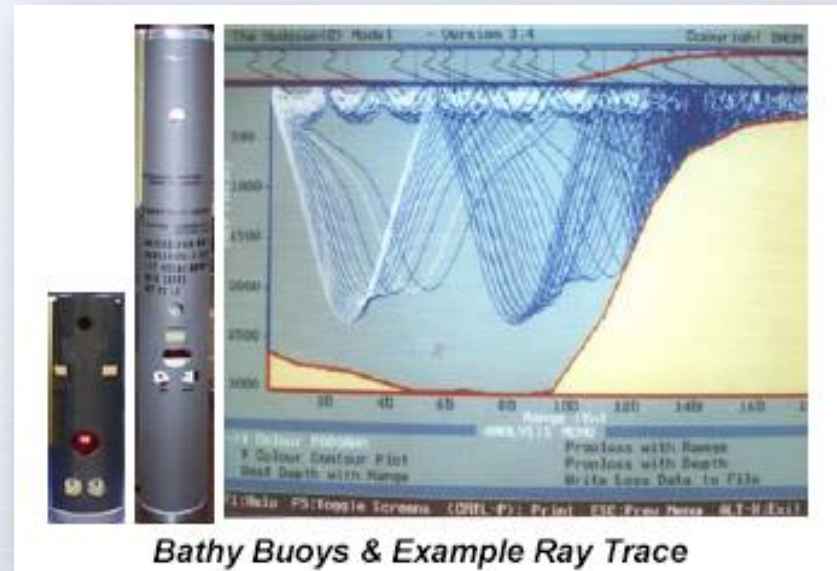
- Ativas

Transmissão de impulsos, com um comprimento e intervalo fixo

Transmissões podem ser comandadas pela aeronave

- Passivas

- Especiais, e.g., batitermográficas

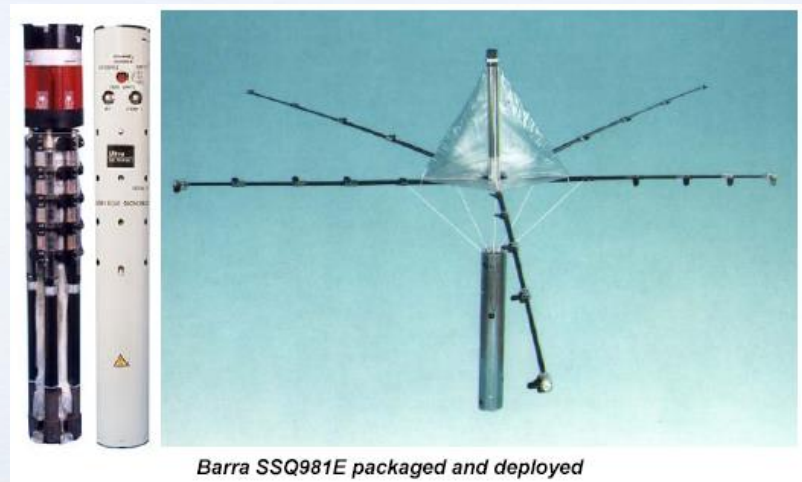


- Modos de operação
  - Passivas (exemplos)

LOFAR (*Low Frequency Analysing And Recording*)

DIFAR (*Direction Frequency Analysing And Recording*)

VLAD (*Vertical Line Array DIFAR*) - diferentes profundidades



## Sensores acústicos móveis - Sonobóias

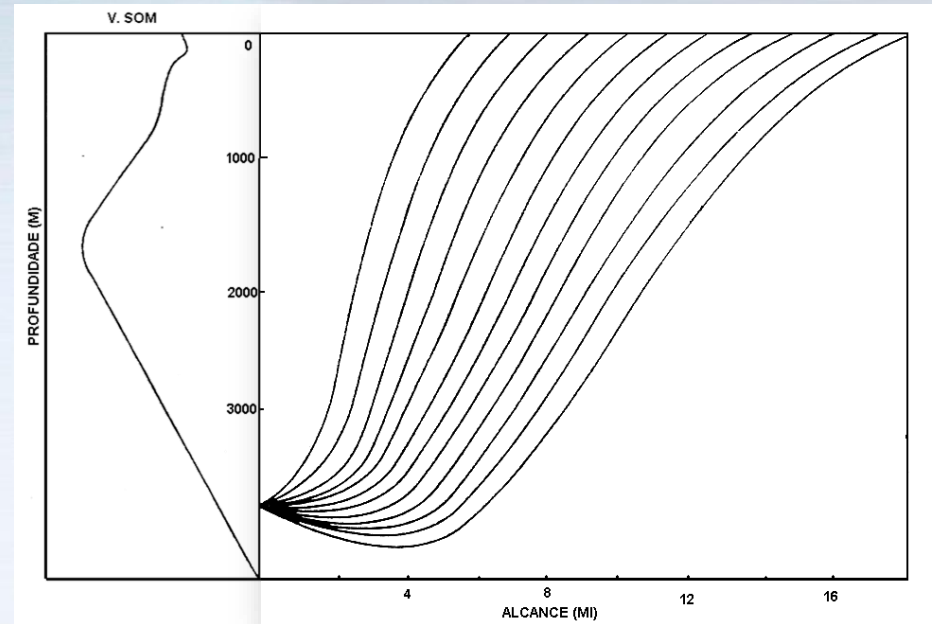
- Modos de operação
- Ativas não direcionais (exemplos)

### RANGE

Fornecem distâncias ao alvo

Alcances entre 3000 e 3500 jardas

Batimétricas até 70 metros



ERAPS (*Expendable Reliable Acoustic Path Sonobuoy*)

Determina o alcance dos alvos e faz uso do *Reliable Acoustic Path* através da colocação dos seus transdutores a grande profundidade

- Modos de operação
  - Ativas direcionais (exemplo)

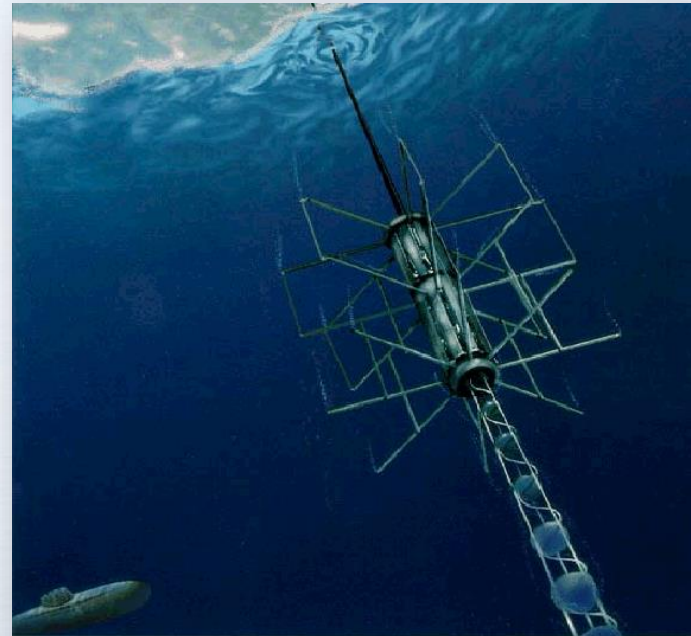
DICASS (*Direction Command Activated Sonobuoy System*)

Operação remota - maior autonomia

Dificulta a sua localização

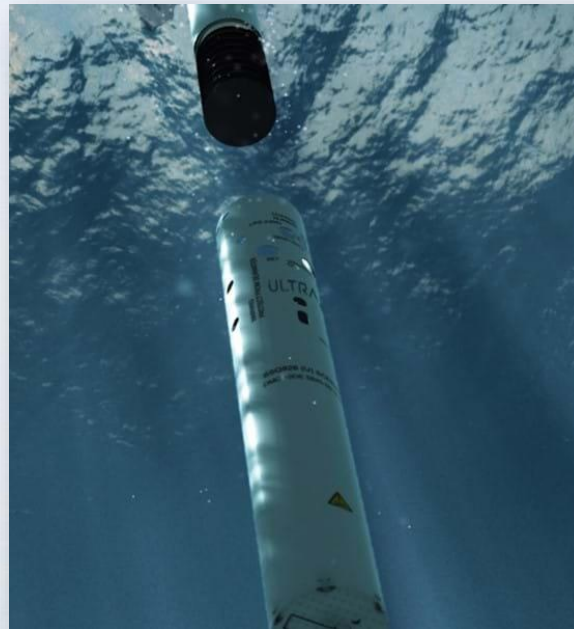
Azimute, distância e *doppler*

Alcances de 8000 jardas

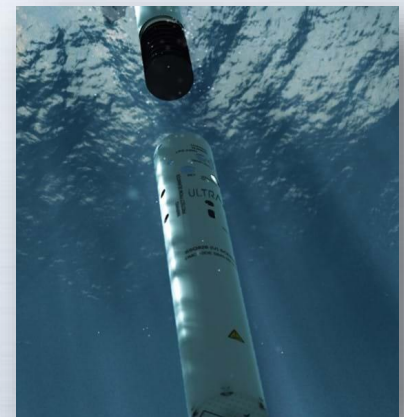




- Vantagens
  - Não denuncia aproximação do atacante
  - Não são afetadas pelo ruído próprio da unidade atacante

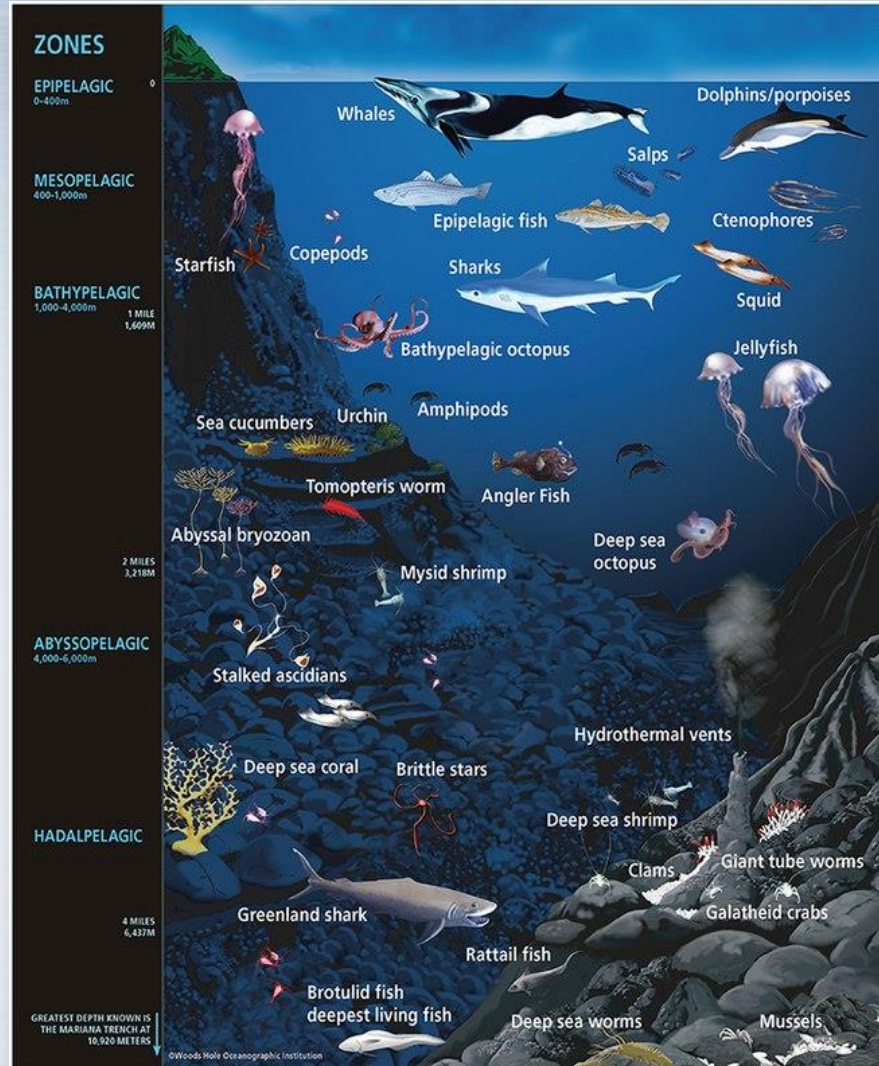


- Desvantagens
  - Alcance limitado da transmissão do rádio
  - Número de canais rádio disponíveis
  - Interferências mútuas entre canais de rádio (*Sonobuoy Interference Avoidance Plan (SIAP)*)
  - Interferências provocadas por navios de superfície
  - Inexistente ou limitada exploração do perfil batitermográfico
  - Influência do ruído ambiente - passivas
  - Estado do mar igual ou inferior a 5



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

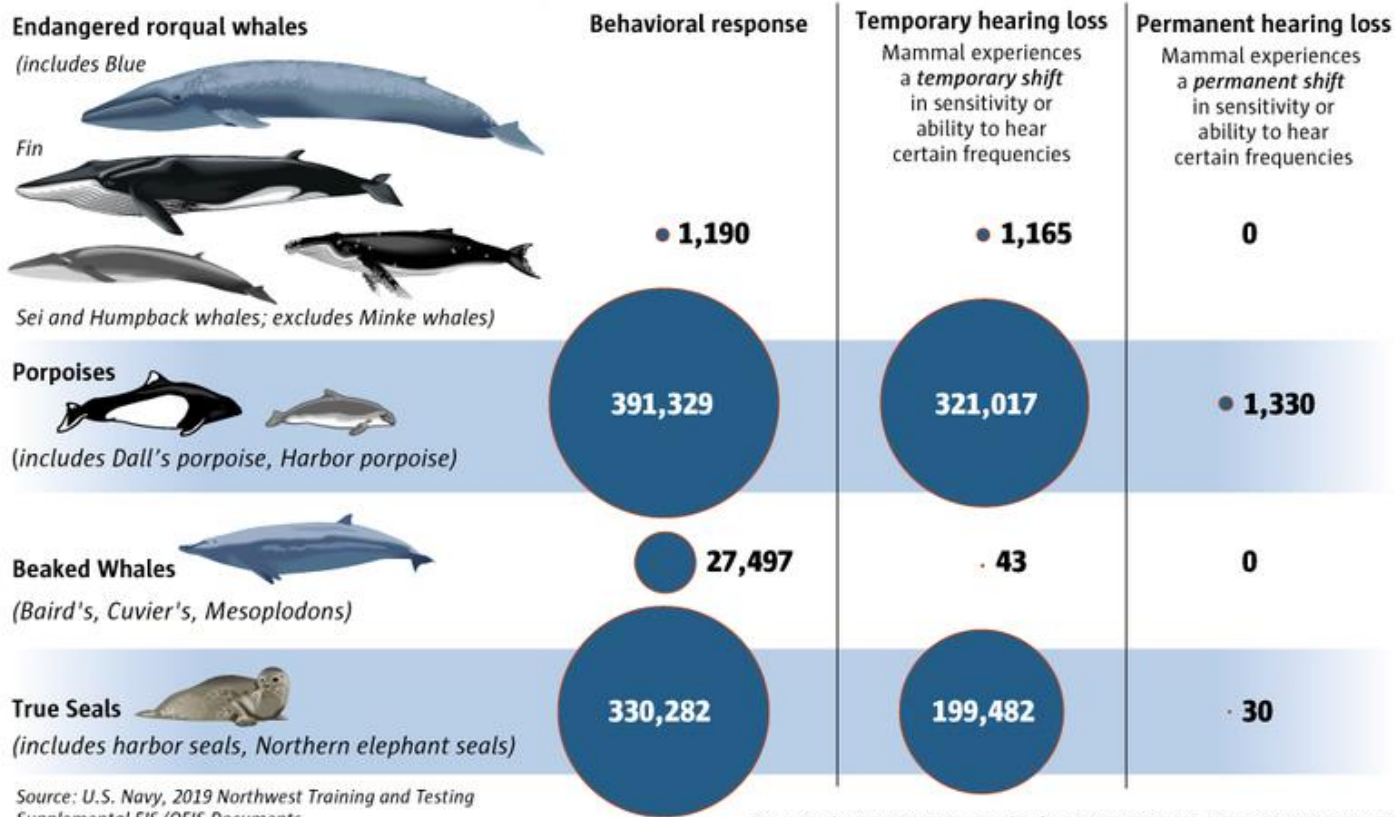
## Sensores acústicos - Proteção da vida marinha





### Some of the marine mammals expected to be affected by Navy sonar testing and training

The Navy estimates sonar impacts for species of marine animals. These figures represent seven-year exposure totals for several families of marine animals living in the Pacific Northwest, including some Alaska, California, Oregon and Washington waters under the Navy's preferred plan.



Source: U.S. Navy, 2019 Northwest Training and Testing Supplemental EIS/OEIS Documents

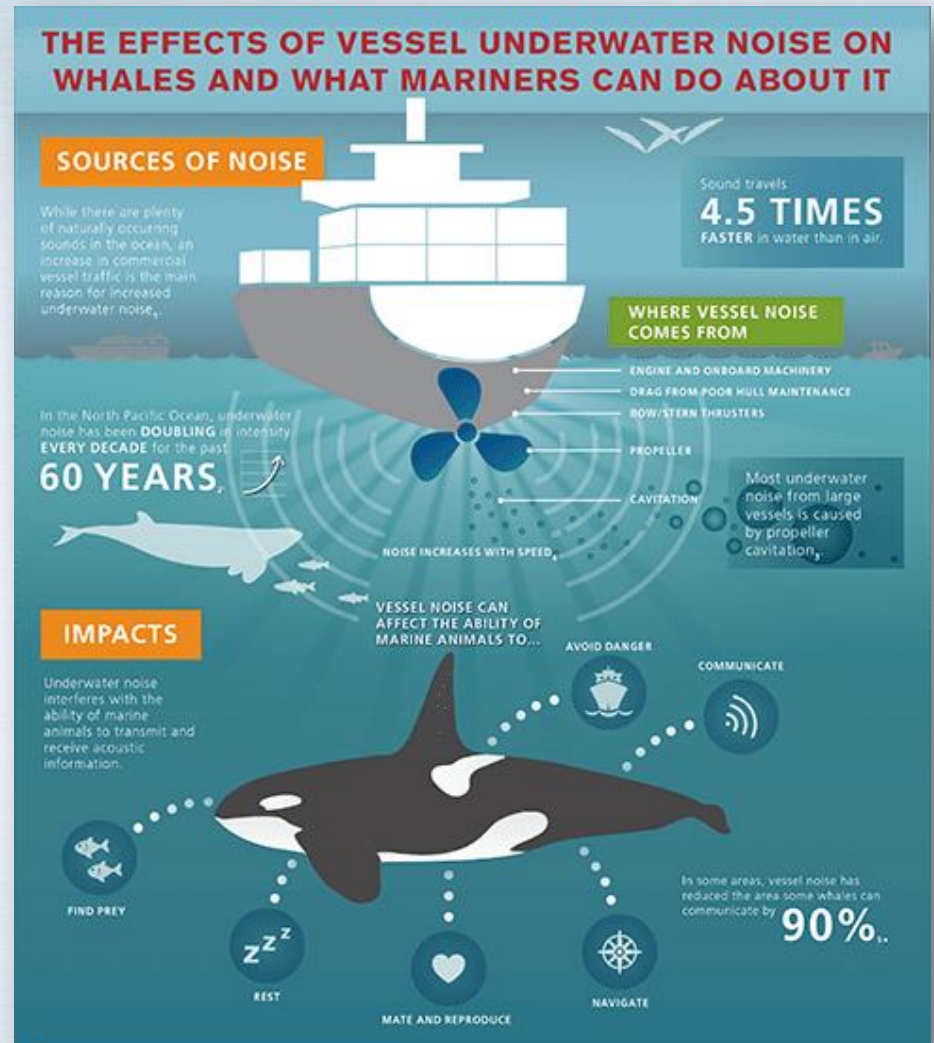
Reporting by EVAN BUSH, Graphic by MARK NOWLIN / THE SEATTLE TIMES



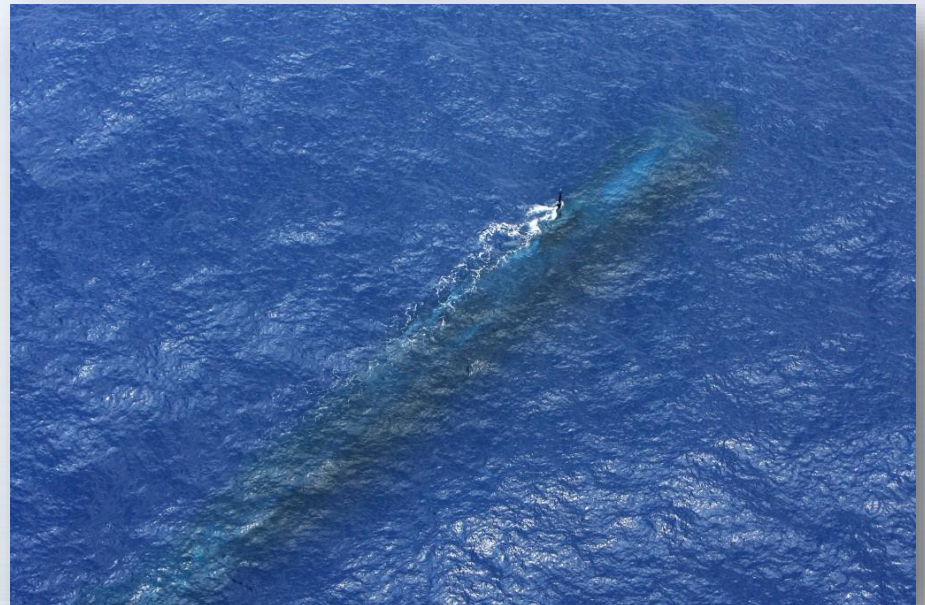
- Preocupação internacional (IMO, etc.)
- Doutrina OTAN



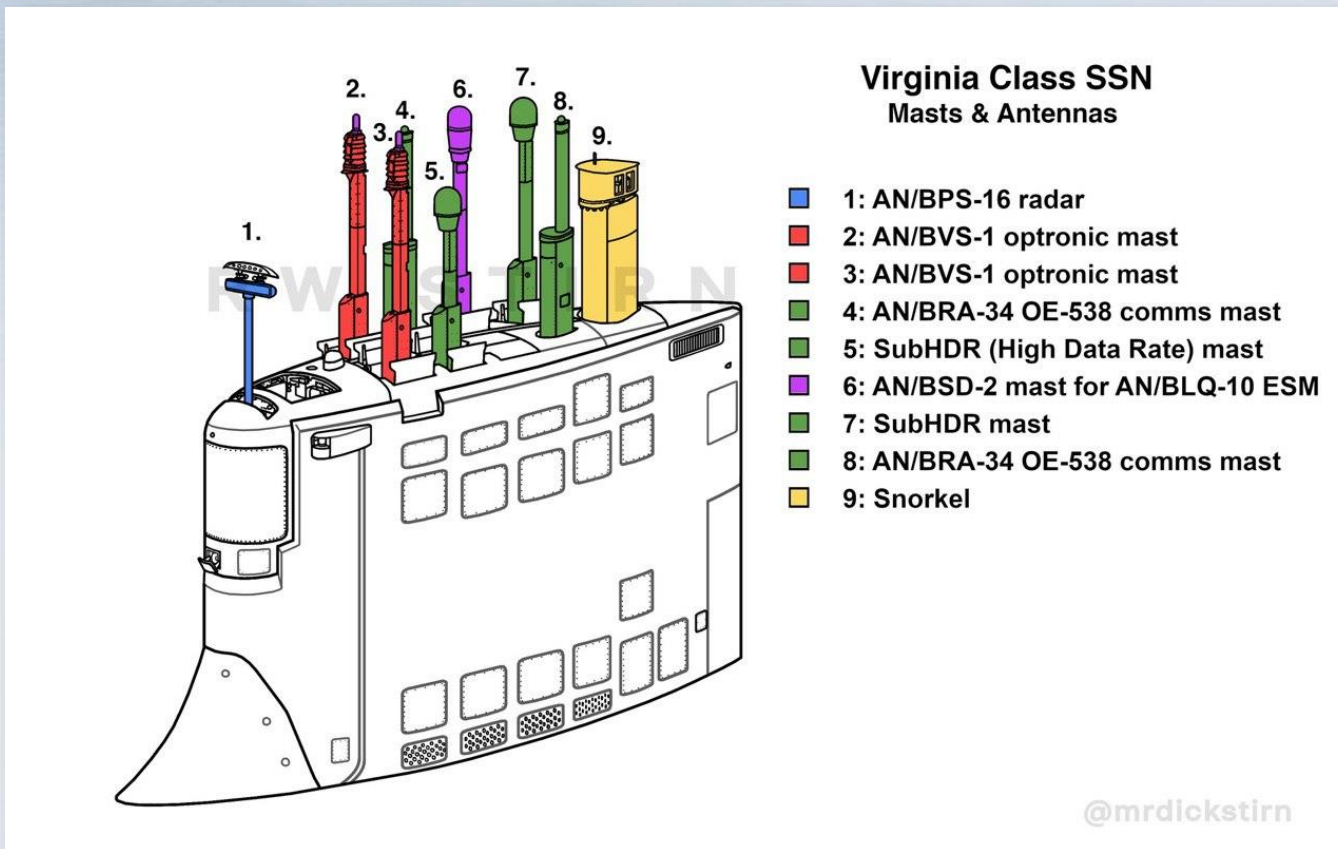
**MAPS**  
**Marine Mammal Passive Acoustics and Spatial Ecology**  
 A research project to improve our understanding of marine mammals



- Caracterização
  - Método primário, simples, discreto e eficaz
  - Identificação positiva dos contactos
  - Alcance variável - altitude do observador
  - Condições de visibilidade







- Eletro-óticos
  - *Visão humana* melhorada
  - Maiores alcances
  - Qualidade de imagem
  - Registo de imagem
  - Compensação de baixo horizonte visual
  - Integração com sistema de combate

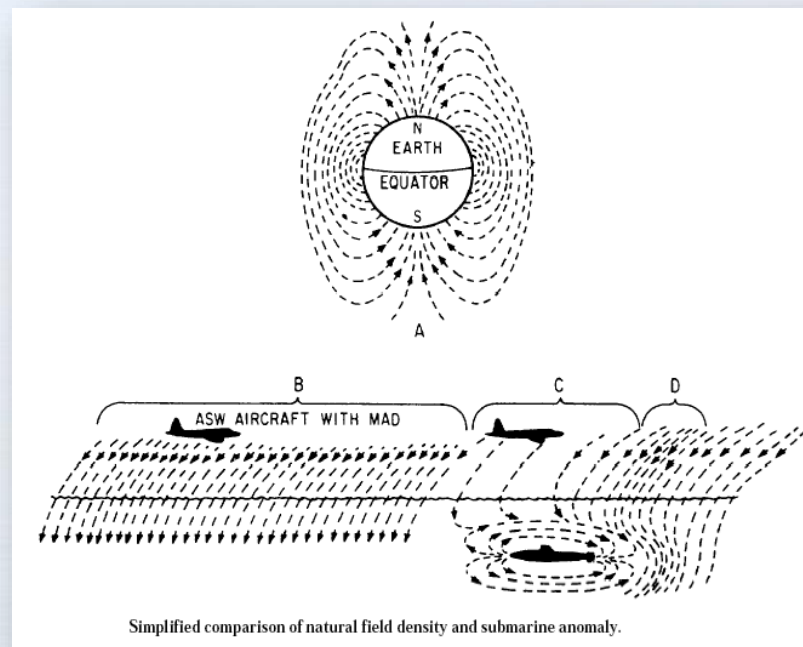
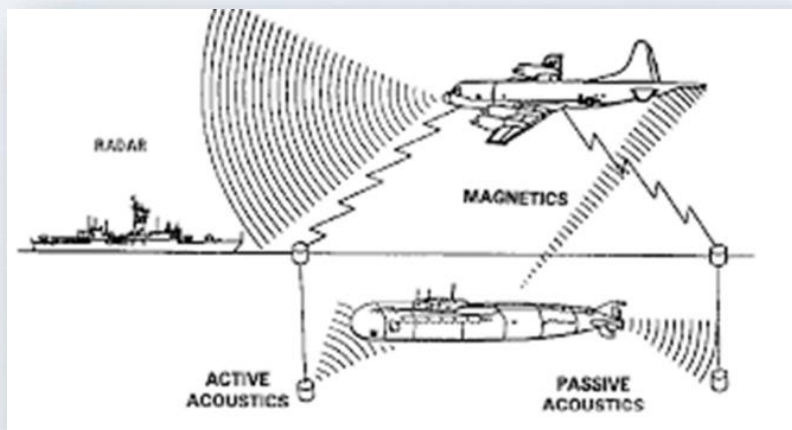




# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

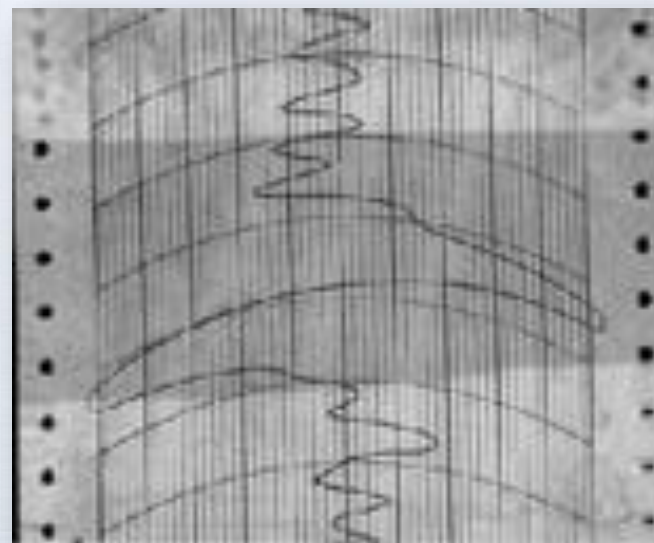
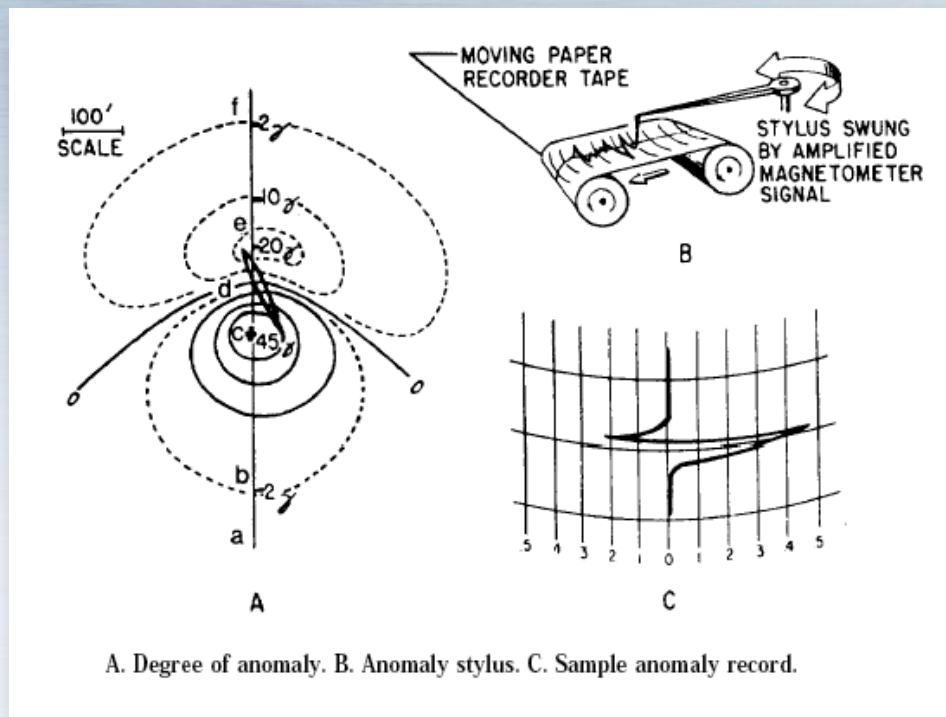
## Sensores não acústicos - *Magnetic Anomaly Detector (MAD)*

- Caracterização
  - Referência - campo magnético do planeta
  - Variações na intensidade do campo magnético = deteção
  - Massa ferrosa dos submarinos



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

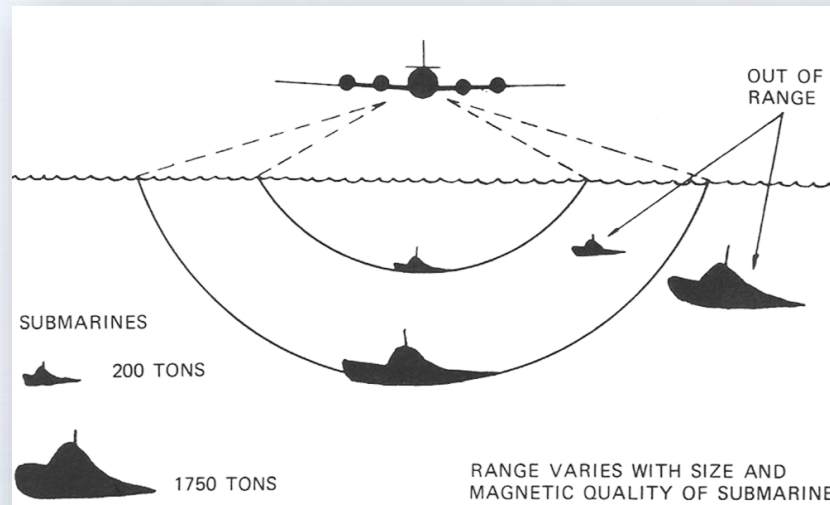
## Sensores não acústicos - *Magnetic Anomaly Detector (MAD)*



- Caracterização (continuação)
- Sensor de alta confiança - classificação do contacto
- Deteção depende:

Deslocamento do submarino

Distância entre as plataformas = profundidade + altitude



# Sensores e armas *Underwater Warfare* (UWW)

Sensores não acústicos - *Magnetic Anomaly Detector* (MAD)





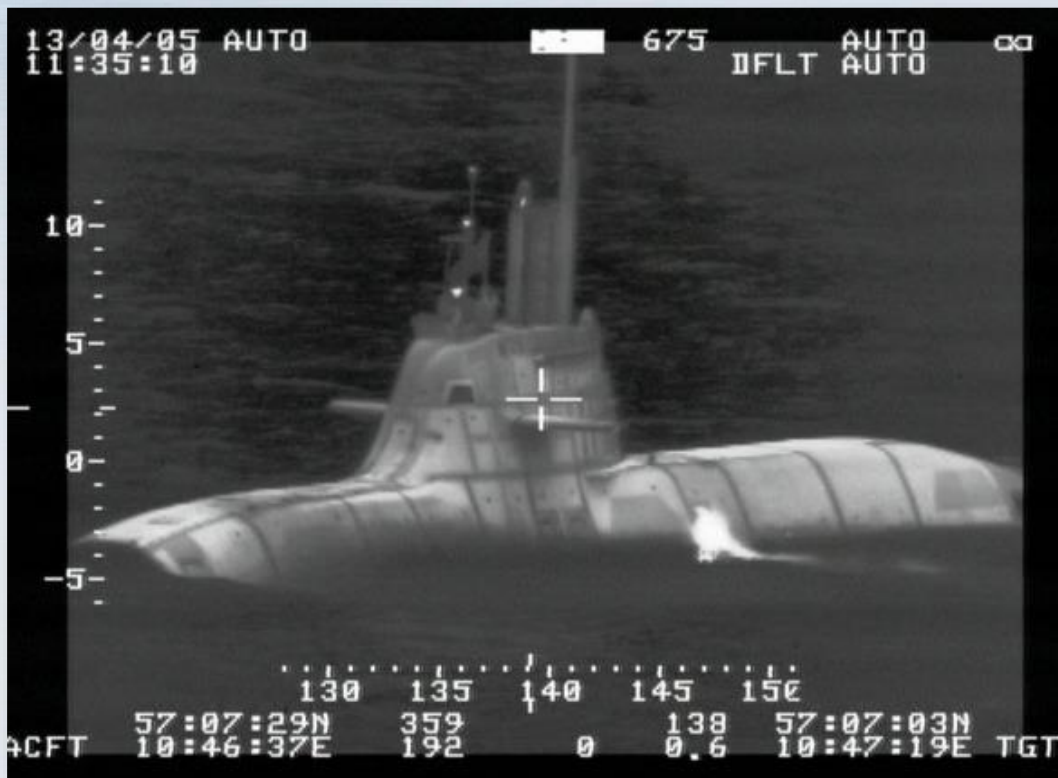
# Sensores e armas *Underwater Warfare* (UWW)

Sensores não acústicos - *Magnetic Anomaly Detector* (MAD)



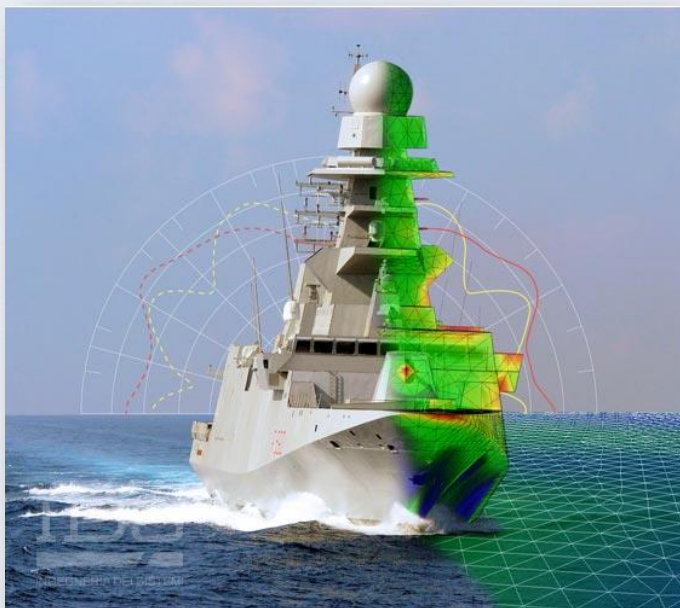
# Sensores e armas *Underwater Warfare* (UWW)

## Sensores não acústicos - *Infrared* (IR)



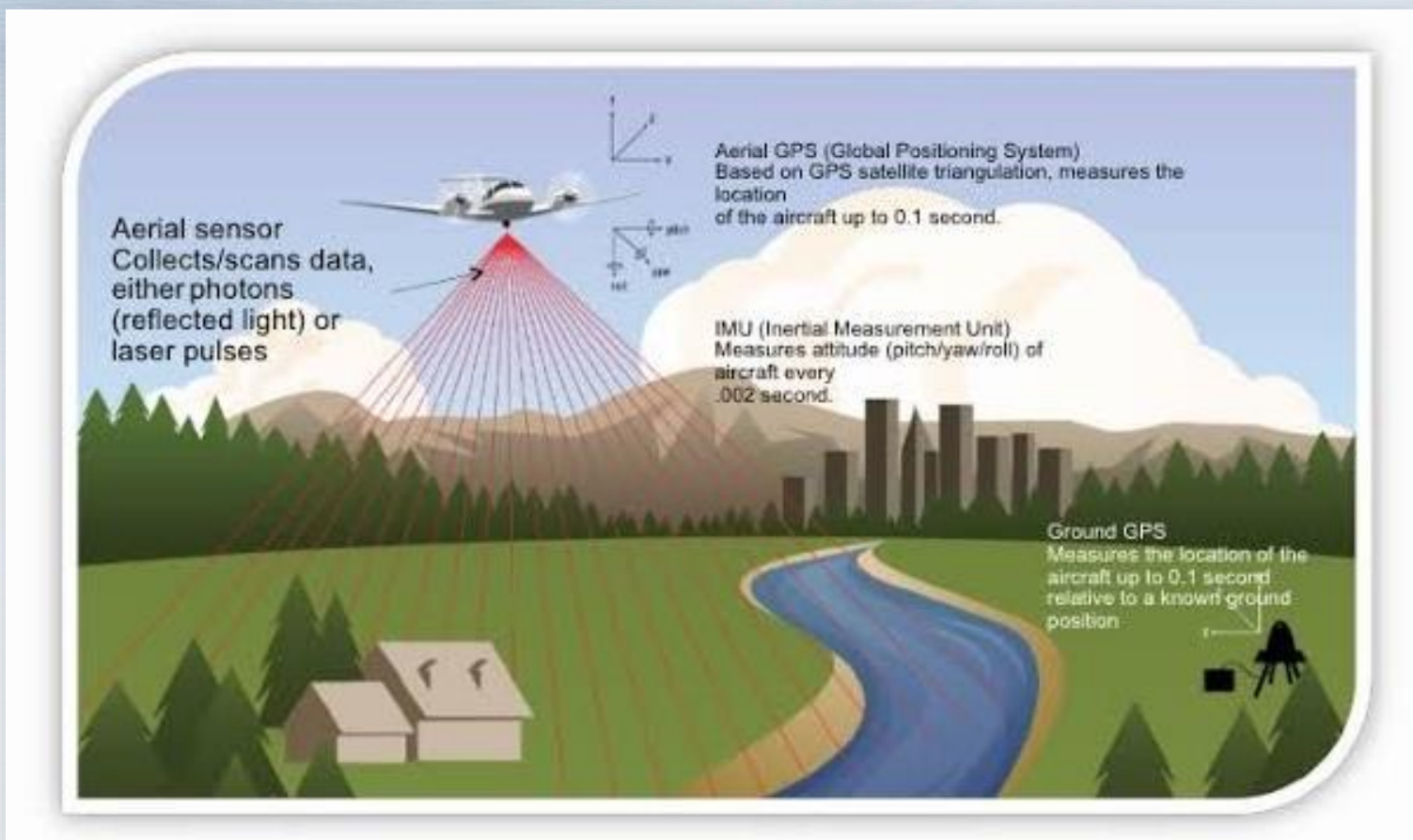


- Caracterização
  - Variações térmicas
  - Submarinos à cota periscópica
  - Afetados pela humidade



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores não acústicos - *Light Detection and Ranging (LIDAR)*





# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

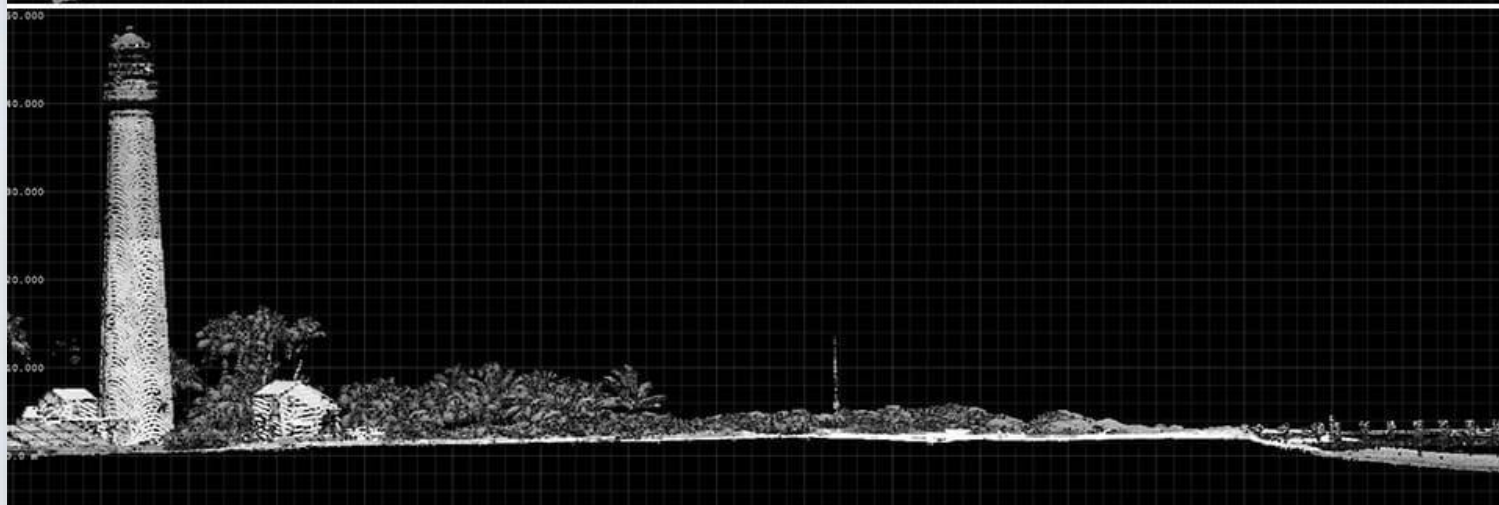
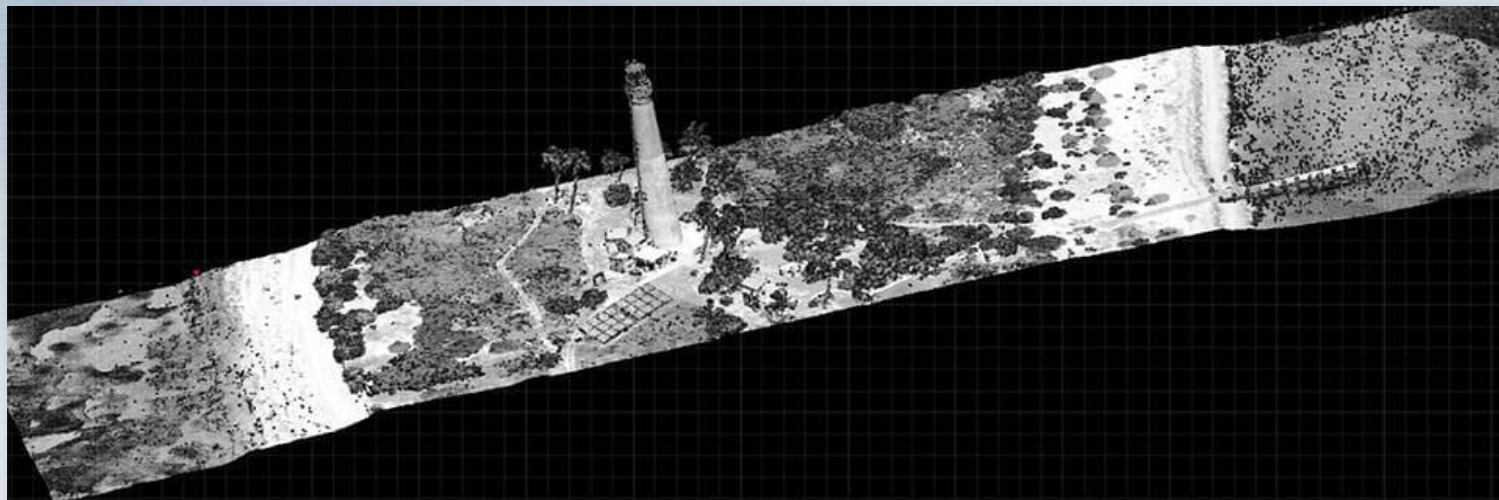
## Sensores não acústicos - *Light Detection and Ranging (LIDAR)*

- Caracterização
  - Sensor existente em aeronaves ou helicópteros
  - Sensor que usa impulsos de laser para medir distâncias em relação à superfície
  - Informação recolhida é combinada com a de outras fontes
  - Resultado = informação tridimensional da superfície do planeta



# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores não acústicos - *Light Detection and Ranging (LIDAR)*



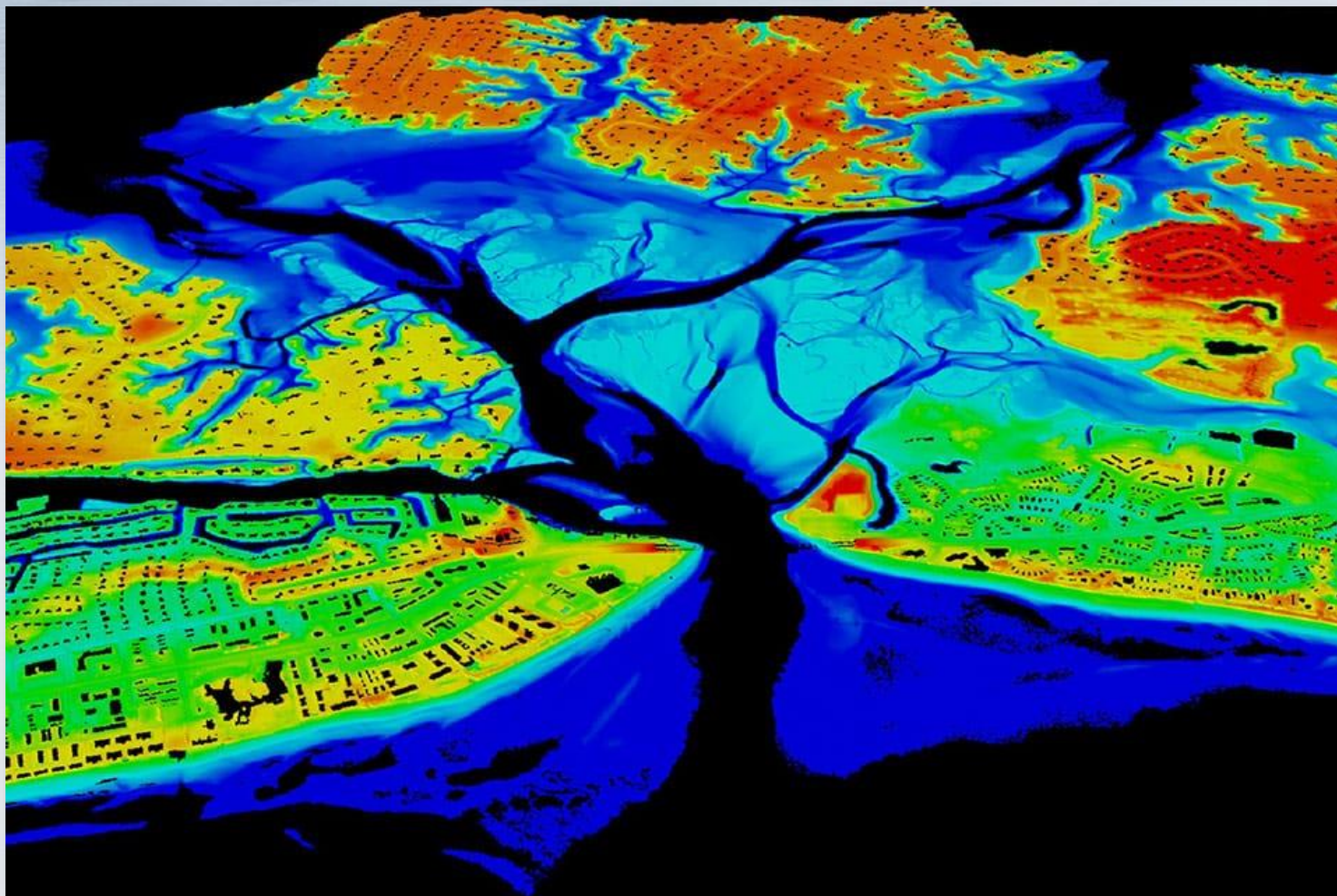
- Caracterização (continuação)
  - Sensor constituído por uma fonte emissora de laser, uma lente, e um recetor GPS especializado
  
- Tipos
  - Topográfico - mapear a superfície terrestre
  - Batimétrico - luz verde, que penetra na água, para caracterizar o fundo do mar, em zonas costeiras





## Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

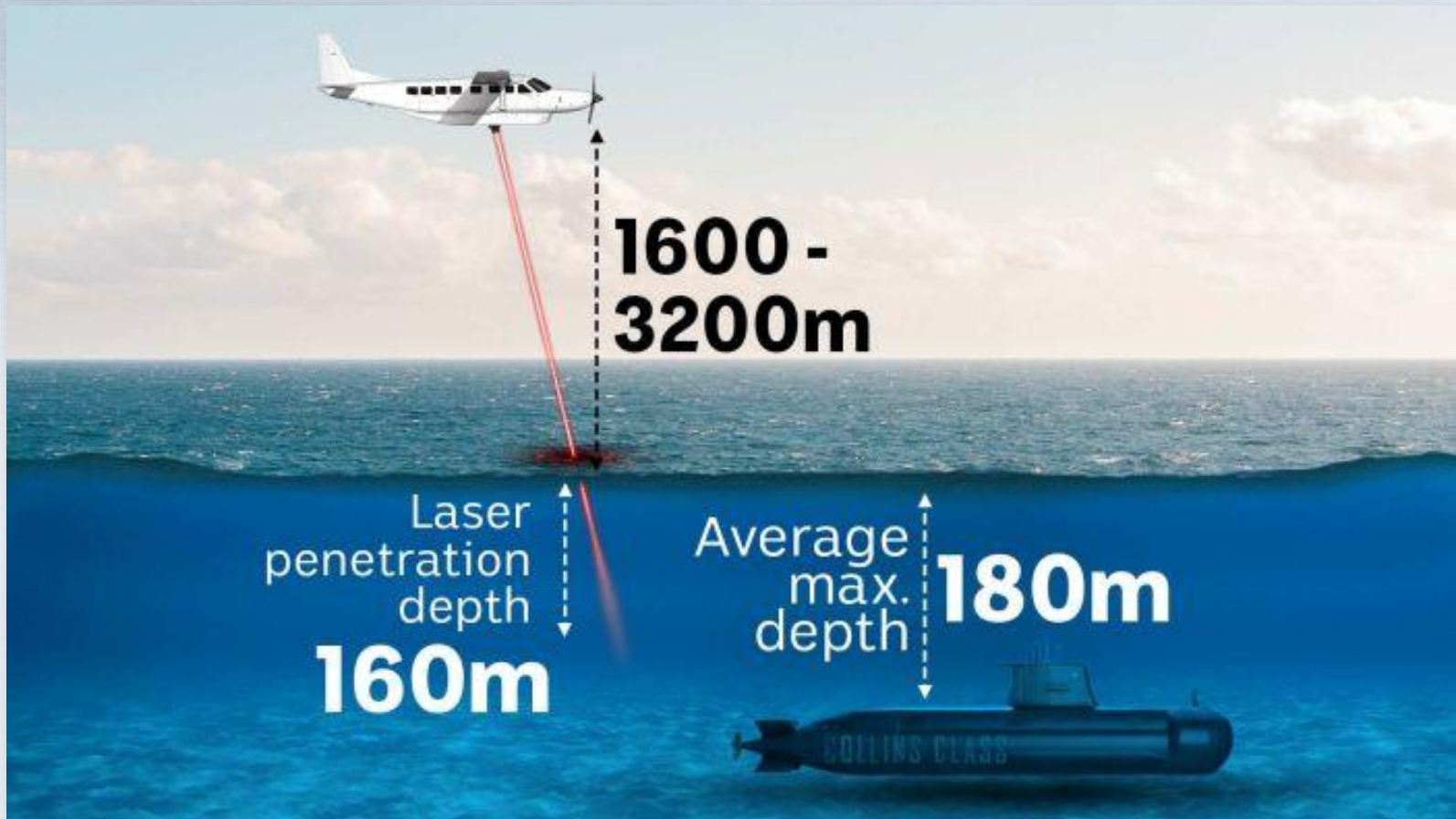
Sensores não acústicos - *Light Detection and Ranging (LIDAR)*





# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

Sensores não acústicos - *Light Detection and Ranging (LIDAR)*



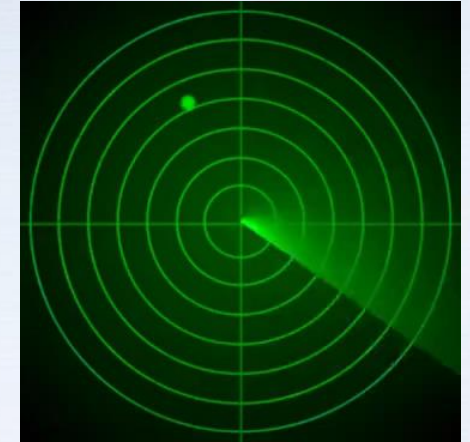
# Sensores e armas *Underwater Warfare (UWW)*

## Sensores não acústicos - *Electronic Support Measures (ESM)*

- Objetivo
  - Providenciar a vantagem tática da *primeira detecção* por meios passivos
  
- Caracterização
  - Explorar o espectro eletromagnético para apoiar operações militares
  - Esforço contínuo, e abrangente
  - Reconhecer a presença do adversário por intercepção das suas emissões eletromagnéticas - bases de dados
  - Preparar contramedidas
  - Dispersão dos meios da força otimiza o uso da ESM



- Objetivo
  - Detetar submarinos à superfície ou à cota periscópica
- Caracterização
  - *Radar Cross Section (RCS)* reduzida





- *Synthetic Aperture Radar* (SAR) - métodos de otimizar a tecnologia radar

