

## المحاضرة الخامسة : سفن الحفر البحري

### الفصل الاول

#### 1. سفن الحفر البحري Ship offshor :

تعتبر من المنصات ذات الطفو الحر أو الحيادي و تستخدم السفن البحرية حالياً لتطبيقات مختلفة منها ما هو حفر أو إنتاج ومنها إنتاج وتخزين وتفريغ ومنها سفن الحفر البحري. تستخدم لحفر الآبار في المناطق ذات السماكات الكبيرة للمياه والتي لا يمكن الحفر فيها باستخدام الانواع السابقة من المنصات البحرية ، الشكل(1-24)



الشكل(1-24) سفينة حفر بحري

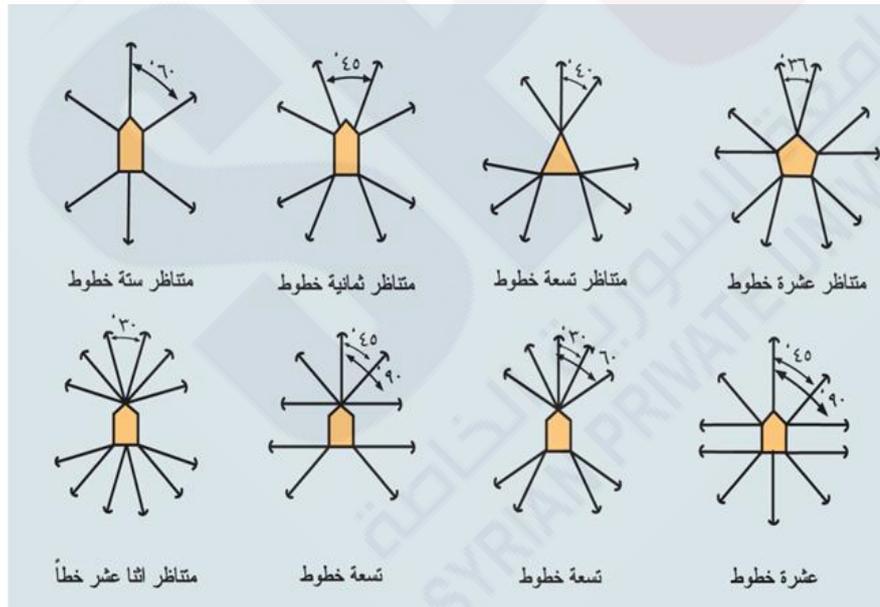
وتتميز سفن الحفر البحري بمحاسن عديدة من أهمها الزمن القصير اللازم لإرسائها فوق موقع الحفر المحدد نظراً لأن مجمل الأجهزة والمعدات التي تخدم عملية الحفر توجد مثبتة في أماكنها بصورة دائمة على السفينة ، ويلزم لبدء الحفر ساعات قليلة لوضع المراسي وتثبيت الأنابيب الرأسية في قاع البئر التي سيحفر من خلالها ويتم ارساء سفن الحفر البحري باستخدام المراسي ، ويجب أن يكون سطحها المتعامد مع اتجاه الرياح أصغر ما يمكن أي ان المحور الكبير للسفينة يكون باتجاه الرياح.

وتشبه سفينة الحفر سفينة الشحن التقليدية وتميز منها ببرج الحفر derrick المرتفع فوق سطحها، ويكون موقعه منتصف السفينة ولمعظم السفن مهبط للحوامات يكون في مؤخرتها غالباً.

تطورت سفن الحفر عن وحدات الحفر العائمة المستقرة على القعر في أربعينيات القرن العشرين عندما واجه المنقبون عن النفط عند سواحل كاليفورنيا صعوبات بالغة في استعمال تلك الوحدات في المياه العميقة بالقرب من «الحيد القاري» وأول مركب استخدم لهذا الغرض كان سفينة دورية قديمة من سفن البحرية الأمريكية ركب لها بريج حفر صغير على منصة ذات مرفاع كابولي بارز عن يسار السفينة، وكان نجاح هذه السفينة في تحقيق المطلوب منها أي حفر بئر نפט . سبباً مباشراً في تطوير هذه المنصات ،وعبيها الرئيسي ضعفها أمام حركة الموج، فهي لا تصلح للعمل في البحار الهائجة مثل بحر الشمال الذي تعد مياهه هادئة نسبياً إذا كان ارتفاع الموج نحو ستة أمتار.

يمكن أن تثبت السفن بطريقتين:

**الطريقة الأولى :** تعتمد على استعمال عدد كبير من المراسي تربطها بقعر البحر من كل الجهات ، حيث تتبع في ربط المراسي نماذج مختلفة تحدد طريقة توزيعها حول المركب ونوعية مرابطها وحبالها. ويكون عددها في الحالات الاعتيادية ثمانى مراس أو عشرأ موزعة بالتساوي على محيط السفينة الشكل (1-25)



الشكل (1-25) نماذج ربط مركب الحفر بالمراسي فوق الموقع

**الطريقة الثانية: طريقة المنظومة الديناميكية :**

**DP :dynamic positioning system**

نظام التوازن الديناميكي هو عبارة عن «دواسر» thruster أو مراوح دفع propellers مع نظام مؤتمت للتحكم و متصلة مع الأقمار الصناعية للحفاظ على ثبات موقع السفينة ، إن سفن الحفر المتوازنة ديناميكياً تعتبر مطابقة تماماً للسفن ذات المراسي مع الفارق الوحيد بنظام الاستقرار والذي يكون بدون سلاسل وهذا ما أعطى القدرة لهذه المنصات لتعمل في أعماق مياه كبيرة جداً (3000) متر ويكون استخدامها في المواقع العميقة جداً حيث لا يمكن استعمال المراسي (الشكل 1-26)، بحيث لا تتجاوز قيمة الانزياح الأفقي (5%) من عمق المياه.

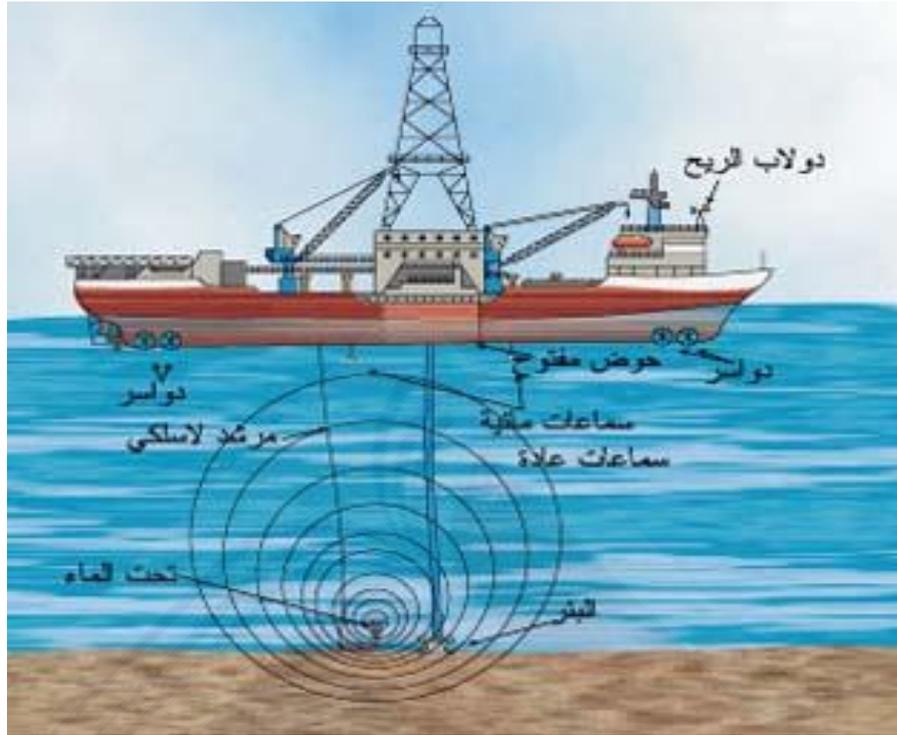
ويتم التحكم بهذا النظام عن طريق الكمبيوتر للحفاظ على موضع واتجاه المركب أوتوماتيكياً عن طريق دفاعات المركب حيث يتم تغذية الكمبيوتر بنوعين من البيانات:

1-بيانات خاصة بالعوامل البيئية المحيطة بالمركب.

2-بيانات خاصة بحساب انحراف المركب عن الموضع أو الاتجاه المراد الثبات عليه.

ويتم ذلك عن طريق الحساسات التالية : حساسات قياس شدة واتجاه الريح ، حساسات الحركة، حساسات الانحراف عن الموضع وكذلك البوصلة.

كل هذه البيانات تمكن الكمبيوتر من حساب المؤثرات البيئية المحيطة بالمركب وعمل نموذج رياضي لموقع المركب وحركته والعوامل المؤثرة عليه ومن ثم معادلتها عن طريق توفير قوة دفع مساوية في المقدار ومضادة في الاتجاه ومن ثم إعطاء أوامر لأجهزة الدفع الخاصة بالمركب لمعادلتها من أجل الحفاظ على الموضع بالتالي تحقيق ثبات المركب دون انحراف عن الموضع والاتجاه الذي تم تحديده.



الشكل (1-26) المنظومة الديناميكية للمحافظة على الموقع

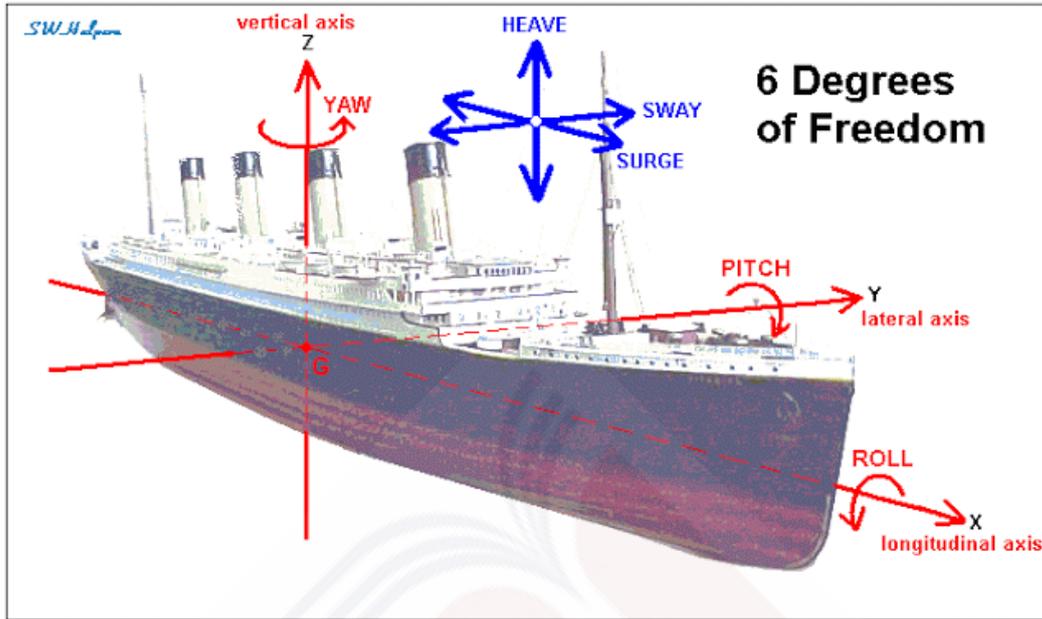
**حركة المركب :** للمركب -وكأي جسم في الفراغ- حركة في الأبعاد الثلاثة، اتجاهات (طول وعرض وارتفاع) وللمركب ست درجات من الحرية في الحركة ثلاث منها حركات تغير الموضع ، وثلاث منها حركات دورانية.

**حركات تغيير الموضع :** 1. surge الحركة للأمام والخلف 2. sway الحركة للجانب الأيمن والأيسر 3. heave الحركة لأعلى وأسفل

**حركات الدوران :** 1. الدوران حول محور الحركة للأمام والخلف roll ، 2. الدوران حول محور

الحركة للجانبين pitch ، 3. الدوران حول محور الحركة لأعلى وأسفل yaw

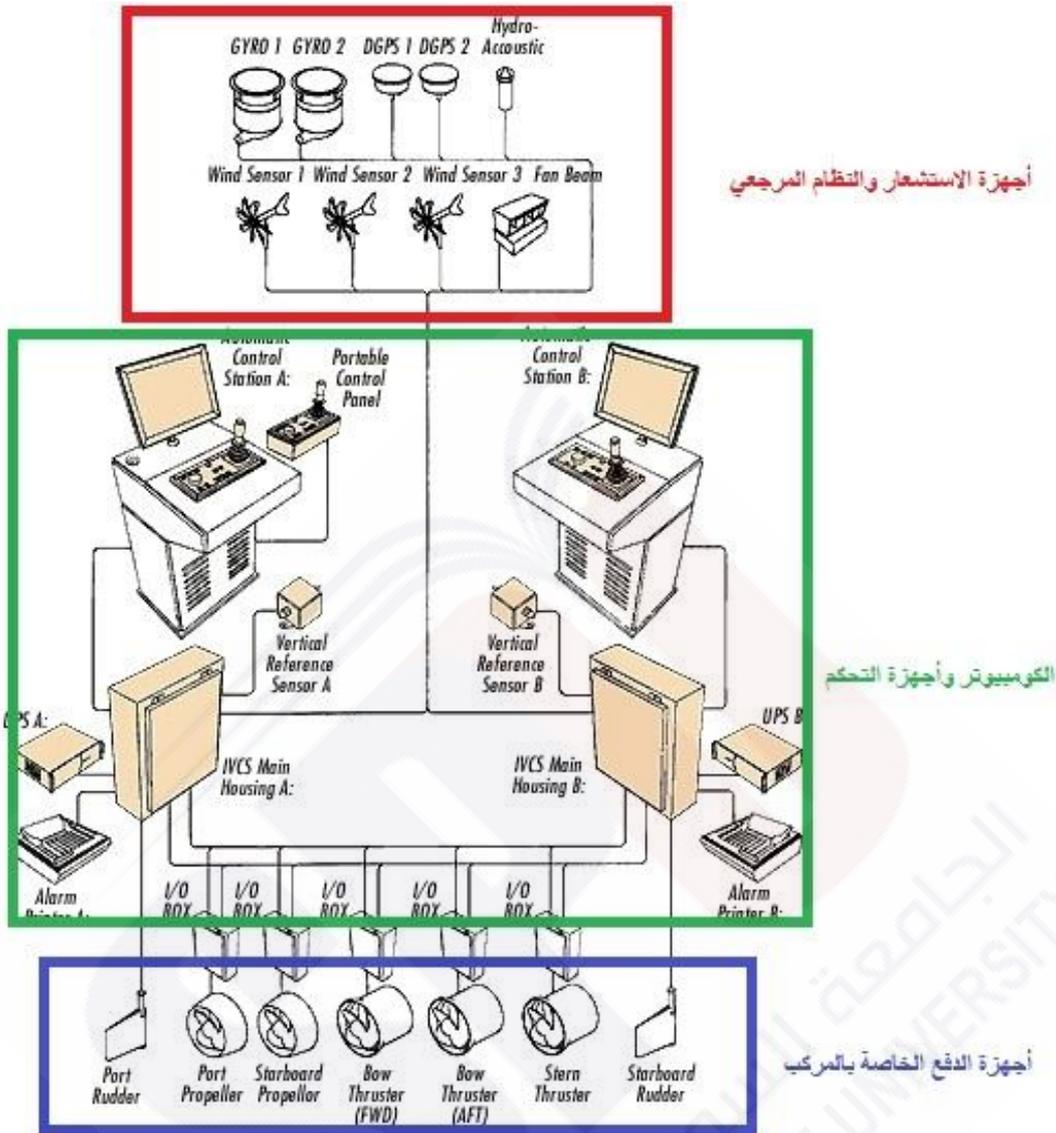
لاحظ الشكل (1-27)



الشكل (1-27) اتجاهات حركة المركب

ويختص نظام التمرکز الديناميكي بتحقيق الثبات في اتجاهات ال Surge، Sway and Yaw. ال surge وال sawy متعلقين بموقع المركب وال yaw متعلق باتجاه المركب أجزاء نظام التمرکز الديناميكي **DP system**: يقسم إلى ثلاث أجزاء رئيسية متساوية في الأهمية:

- 1- حساسات وأجهزة استشعار sensors خاصة بالمركب حساسات شدة واتجاه الرياح حساسات الحركة وتقوم بحساب حركات المركب التالية (Pitch، Heave and Roll) ، ونظم مرجعية reference system
  - 2- كمبيوتر ونظام تحكم control system
  - 3- أجهزة الدفع الخاصة بالمركب thrusters
- لاحظ الشكل (1-28)



الشكل (1-28) منظومة DP system

وللحفاظ على المركب في موضع واتجاه ثابت يجب تحديد هذا الموقع والاتجاه بالنسبة إلى شيء آخر. بمعنى آخر مرجع تقارن أجهزة المركب موضعها بالنسبة له وتقوم بتصحيح موضعها إذا حدث انحراف عنه. ومن أنواع هذا المرجع :

### 1- نظام ال DGPS :

يعد نظام تحديد المواقع المعروف GPS غير مناسب لتطبيقات التمرکز الديناميكي لعدم دقته الكافية، وبالتالي يتم تحسين دقته عن طريق محطات أرضية معروفة الإحداثيات، تقوم بمقارنة إحداثيات المحطة المعروفة مسبقا بإحداثيات نظام ال GPS ، ثم يتم إرسال قيمة التصحيح إلى جهاز الاستقبال الموجود على مراكب التمرکز الموضعي. وهذا سبب تسميته Differential حيث يتم حساب الفارق بين موقع المحطات الأرضية وقراءات ال GPS. يقوم نظام ال DGPS بحساب أي انحراف عن الموقع المراد الثبات عليه وبين الموقع الحالي للمركب وتغذية نظام ال



الشكل (1-29) نظام ال DGPS

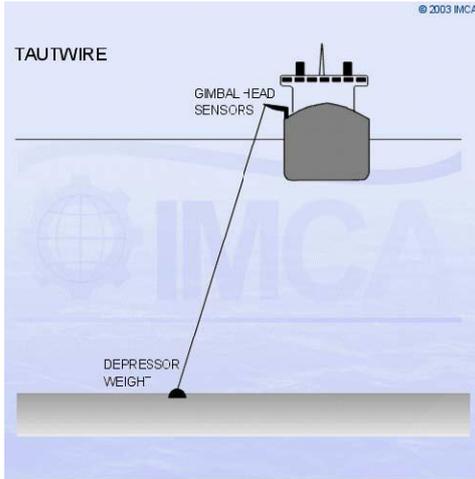
الشكل (1-30) نظام ال HIPAP

## 2-نظام ال HIPAP : High accuracy acoustic positioning

نظام التمركز الصوتي عالي الدقة وفي هذا النظام يتم تثبيت أحد الأجهزة التي تصدر موجات صوتية في قاع البحر، ويقوم هذه الجهاز بإرسال الموجات الصوتية بصوة منتظمة يلقطها جهاز آخر مثبت في باطن المركب من الأسفل وعند حدوث حركة للمركب او انحراف عن الموضع تتغير زاوية استقبال تلك الموجات ويتم تغذية نظام ال DP بقيم هذه الانحرافات حتي يعمل على تصحيحها. لاحظ الشكل (1-30)

## 3-نظام ال Tout wire:

وهو عبارة عن ثقل مثبت في قاع البحر متصل بحبل معدني متصل بسطح المركب عند حدوث حركة للمركب تتغير زاوية الشد في الحبل وكذلك طول الحبل الخارج من الجهاز، يتم ترجمة هذه القيم إلى قيمة انحراف المركب عن موضعها الأساسي ويتم تغذية نظام ال DP بهذه القيم حتى يعمل على تصحيحها. لاحظ الشكل (1-31)



الشكل (31-1) نظام ال Tout wire



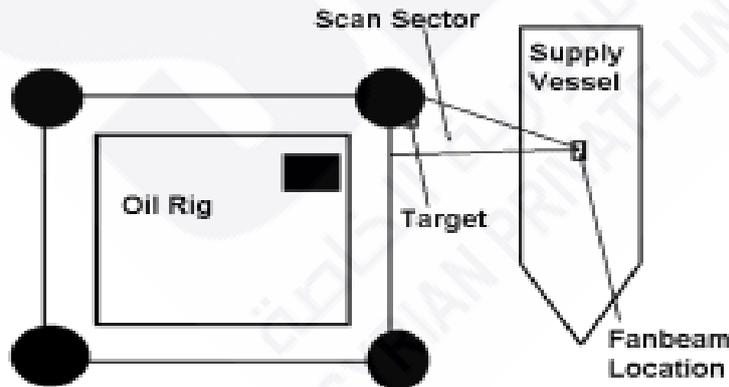
الشكل (32-1) نظام البوصلة

#### 4- نظام البوصلة :

**Gyrocompas** وهو مختص بتحديد اتجاه المركب بالدرجات وكذلك حساب إي تغير أو انحراف في اتجاه المركب وتغذية نظام ال DP به الشكل (32-1)

#### 5- نظام Fanbeam and CyScan :

وهو نظام يتم استخدامه عند العمل بجوار منصات ثابتة، وهو مكون من جهاز ليزر مثبت بالمركب وعاكس يتم تثبيته على الجسم الثابت يقوم الليزر بإرسال شعاع واستقبال الانعكاس ومن ثم الحفاظ على موقع المركب بالنسبة للمنصة الثابتة. الشكل (33-1)



الشكل (33-1) نظام Fanbeam and CyScan

هذا بالإضافة إلى العديد من النظم المرجعية الأخرى المشابهة والتي تعتمد على الرادار مثل نظام Artemis، أو نظام DARPS والذي يقوم بمقارنة موقع المركب بموقع مركب آخر مجاور له وحساب الانحراف النسبي بين المركبين.

هناك العديد من الطرازات الخاصة بنظام ال DP وكلما زادت خطورة ودقة الوظيفة التي تقوم بها مركب زادت الحاجة إلى وجود نظم احتياطية Back up systems بحيث إذا تعطل أي نظام

- استشعار أو جهاز دفع تحافظ المركب على موضعها دون تغيير عن طريق النظم الاحتياطية. يتم الإشارة إلى طرازات ال DP بالأرقام كما يلي:
- 1- نظام DP1 وفيه لا يوجد نظم احتياطية.
  - 2- نظام DP2 مزود بنظم احتياطية، وفي حالة حدوث عطل واحد بأي من الأنظمة تستطيع المركب الحفاظ على موضعها.
  - 3- نظام DP3 وهو مزود أيضا بنظم احتياطية. ويمكنه الحفاظ على موضع المركب حتى في حالة حدوث غرق أو احتراق في أحد أجزائه.