المركبات المسيرة عن بعد تحت الماء

الغواصات الروبوتية من التصميم إلي التصنيع

Remotely Operated Vehicle ROV

م. عبد المجيد أمين الجندي

الإصدار الأول – يناير 2016

الإصدار رقم 1.0

لمتابعة الجديد في هذا الموضوع تابع رقم الإصدار حيث أن هذا الملف يمكن أن يتم الإضافة إليه كلما توفرت معلومات جديدة

يناير 2016

عبارة جميلة

إن العـالم اتخذ من فشل المسلمين الأخير اقتصاديًا واجتماعيًا وسياسيًا دليلاً بينًا على عدم صلاح الإسلام لقيادة المسلمين بل والعالم كله !!

الأمة الإسلامية تحتاج اليوم لجيلا تقى عن مساكنة الدنيا من أجل الآخرة , فالعقيدة الإسلامية عقيدة استعلاء تجبر المسلم أن يكون عزيزًا واثقًا مجدد في غير ابتداع فأمته خير أمة أخرجت للناس ويجب أن تكون خير أمـة تقود .

المحتويات

المحتويات 3

مقدمة 5

فريق العمل 9

التصميم 9

التقرير الفني Technical Report 11

التوازن 13

نظام الدفع 17

Propulsion System 17

نظام الدفع Propulsion System 18

أنواع أنظمة الدفع Propulsion systems 19

المواصفات المطلوبة لمظام الدفع الكهربي 19

أنواع الرفاصات من حيث طريقة عزل المحرك 20

محرك الغواصة والماء (تقنية الإقتران المغناطيسي) 22

الفكرة العامة للإقتران المغناطيسي 22

التصميم العام 23

تجربة الرفاص Thruster Test 24

دائرة التحكم في الإتجاه 25

استخدام دائرة H Bridge Motor Driver 25

عكس اتجاه دوران المحرك DC باستخدام مفتاح Toggle Switch 26

التحكم في محركين 28

الحركة في المستوي الأفقي (للأمام/ للخلف/ لليمين/ لليسار) 28

مخطط الدفع الإتجاهي لأربعة محركات Vectored Thruster Diagram 29

دائرة التحكم في الرفاص Thruster Control Board 30

دائرة التغذية Power System 30

الأحمال المطلوب تغذيتها 30

وسائل التغذية بالكهرباء 31

نظام التحكم والملاحة Navigation And Control System 31

وحدة التحكم السطحي Surface Control Console 33

التحكم بلوحة مفاتيح Hand Controller 35

الحساسات Sensors 35
الكاميرات Cameras 36
غرفة الإلكترونيات 36
الكابل السري Umbilical Cord 37
عوامات كابل الربط Cable Floats 39
الحماية من الإنثناء Vertebrae Bend Restrictors 40
منظومات إطلاق واستعادة الغواصة الروبوتية Launch & Recovery Systems LARS 40
منظومة إدارة الرابط Tether Management System TMS 42
الربط بموجات الراديو 43
الإطار الخارجي Frame 44
الإضاءة Lights 44
كيس الطفو Lift Bag 44
ذراع الميكانيكي للمركبة (ذراع روبوتيه Robotic Arm) 45
المخطط المتكامل للمنظومة System Integration Diagram SID 46
نموذج لمخطط متكامل لمنظومة غواصة روبوتية ROVمسابقات الغواصات الروبوتية 46
نماذج لتصميمات 48
مصطلحات 51
المصادر 53
من الكتب الهامة المتعلقة بالموضوع 53
اقرأ أيضا 54
صفحات نقترحة 54

مقدمة

الخطوةَ الأولى لفَهْم أيّ تقنية هي أَنْ تَفْهمَ سببَ وجودها. تم تطوير المركبات المسيرة عن بعد ROV لعدم وجود طرق أخري عملية وآمنة و اقتصادية لإستكشاف مياه البحر العميقة. عبر التاريخ ، استكشف الإنسان البحار seas لأسباب منها جمع الطعام واستعادة حمولات السفن الغارقة . خوذة غطس Diving Helmet . منذ ذلك الحين، وصل الغوص في الماء المفتوح إلي 2000 قدم (تقريبا 600 متر) وهو العمق الذي يحتوي علي علي كمية هائلة من التكلفة والخطر علي حياة الإنسان.

The first step in understanding any technology is to understand the reason why it exists. ROVs were developed because there is no other practical, safe and economically feasible way to perform deep-sea exploration and/or intervention. Throughout history, man has explored the seas for such reasons as gathering food and salvaging cargo of sunken ships. To reach any significant depth or stay an extended length of time, the development of diving apparatus was required. The first use of such technology was recorded in the mid sixteenth century, when the first diving "helmet" was used. Since then, open water dives have been made to nearly 2,000 feet, a depth which involves an enormous amount of cost and risk to human life.

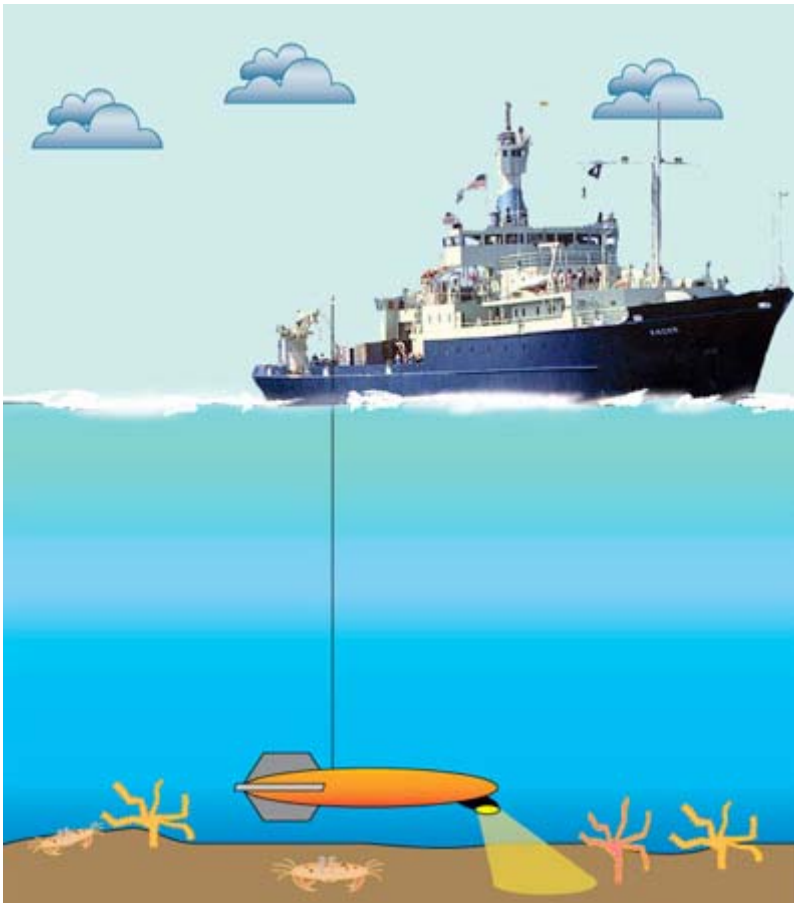
الغواصات المأهولة طُورت بعد ذلك لإستكشاف المياه العميقة . لسوء الحظ ، هذه المركبات ما زالَتْ تَتطلّبُ دعمَ كبيرَ مِنْ أعلي السطح ومازالت تعرض الإنسان لخطر الإصابة الشديدة أو الموت. بالإضافة إلي بطئ إطلاقها واستعادتها ومدة عمل صغيرة تحت الماء مما يجعلها غير قابل للإستخدام إقتصادياً . طلائع مركبات ROV التجارية في السبعينات جعلت من المركبات المأهولة ملغية عملياً. وبالرغم من اشتراك العديد من المجموعات في تطوير تقنية مركبات ROV إلا أن الفضل يُنسب إلي بحرية الولايات المتحدة في تطوير هذه التقنية بهدف استغلالها في مسعاها لتَطوير الروبوتات لإسْتِعْادَة مدفعيةِ فَقدتْ أثناء إختباراتِ بحريةِ تحت الماءِ. منذ ذلك الحين، استخدمت نركبات ROV في كل شئ تقريبا من إنقاذ واستعادة الطائرات الساقطة إلي فحص وصيانة منصات التنقيب عن البترول المغمورة تحت سطح البحر بالإضافة إلي استكشاف المياه العميقة .

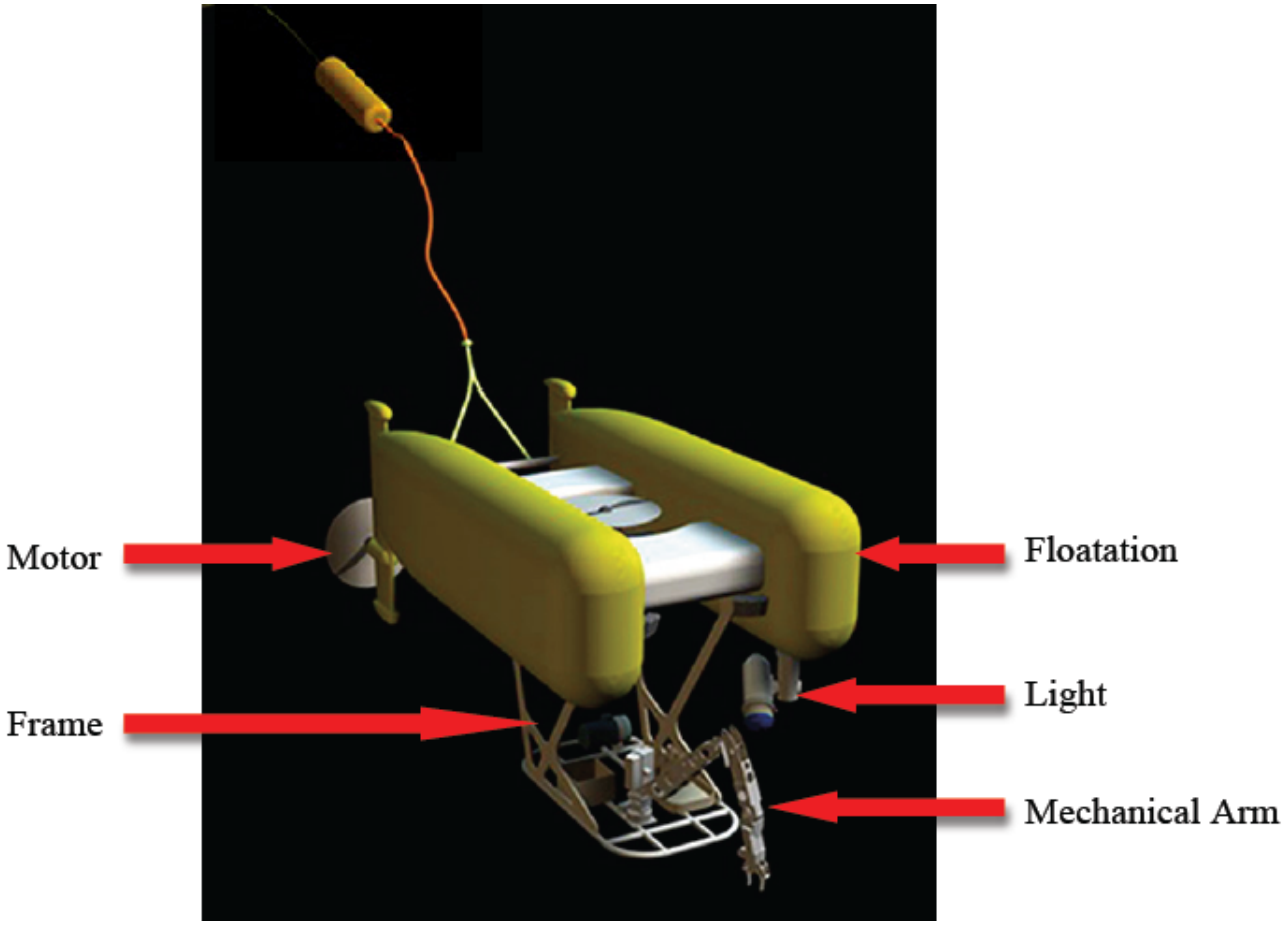
Manned submersibles were then developed for deepwater exploration. Unfortunately, these vessels still required substantial support from above and still put humans at risk of serious injury or death. In addition, they were slow to launch and recover and had limited bottom time, making them economically infeasible. The introduction of commercial ROVs in the mid-seventies has made manned submersibles virtually obsolete. Although many groups have been involved in the evolution of ROV technology, the United States Navy is credited with advancing the technology to an operational state in its quest to develop robots to recover underwater ordnance lost during at-sea tests. Since then, ROVs have been used for everything from rescue and recovery efforts of downed planes to the observation and repair of subsea oil rigs, in addition to deep sea exploration.

مثال لمركبة ROV مخصصة لإستكشاف البحر

تظهر مركبات ROV في أشكال وأحجام مختلفة وذلك اعتمادا علي الوظيفة المصممة من أجلها ، ولكن كل هذه المركبات تتشابه في بعض مكوناتها . حيث تحتوي علي جسم قوي يحتمل الضغط العالي درجات الحرارة المفرطة ، فدرجات الحرارة قد تتراوح فيما بين درجات حرارة التجمد حتي 400 درجة سيليزية . ويتم تثبيت محركات الدفع Propulsion Motors بهذا الجسم وكذلك العوامات Floatation والثقل Ballast الذي يتم دمجه في المركبة للحصول علي الطفو المحايد Neutral Buoyancy ، وسلك الربط Tether أو كبل سُري Umbilical Cord يزود المركبة بالكهرباء وإشارات التحكم . ومعدات أخري مثل الإضاءة Lights والكاميرات Cameras والحساسات Sensors ويمكن إضافة إدوات إلتقاط عينات collecting devices كذلك .

ROVs come in all shapes and sizes depending on what they are designed to do but all ROVs have a few structures in common. ROVs have a rigid frame that must withstand high pressure and extreme temperatures as deepsea temperatures can range from near freezing to over 400 degrees Celsius. Mounted to the frame are motors to provide propulsion, floatation and ballast that combine to provide neutral buoyancy, and a tether or umbilical cord linked to the ship that provides power and is used to control movement. Other equipment such as lights, cameras, sensors, and collecting devices are often attached as well.




Motor
Frame
Floatation
Light
Mechanical Arm

التصميم

فريق العمل

علي سبيل المثال قد يتم تنفيذ تصميم وتصنيع غواصة روبوتية في مشروع تخرج هندسي ، وقد يتكون الفريق من:

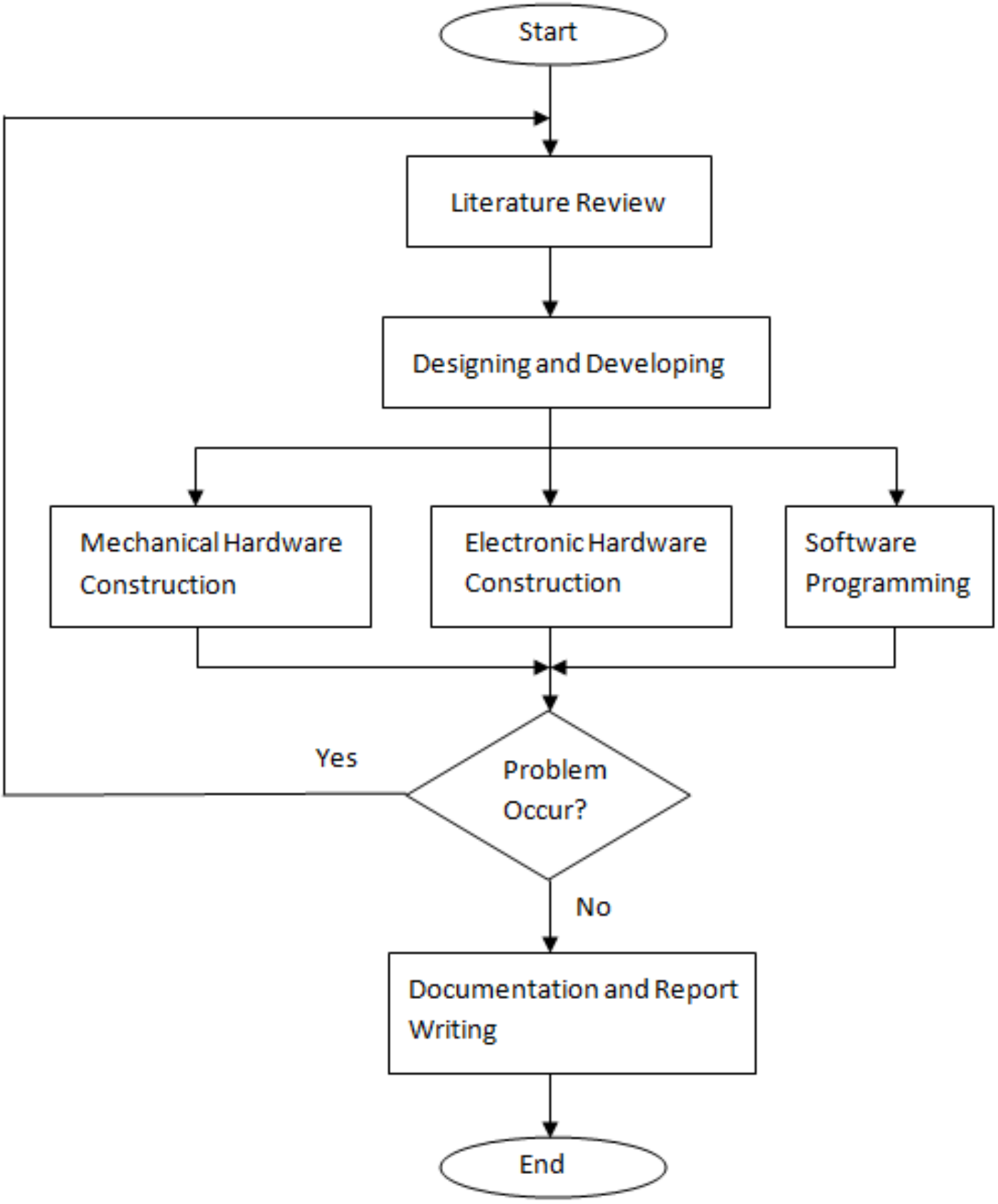
- مجموعة منظومة الدفع .
- مجموعة الذراع الهيدروليكي .
- مجموعة منظومة الرؤية والكاميرات .
- مجموعة وحدة التحكم عن بعد (السطحية) .
- مجموعة الإلكترونيات .
- مجموعة البرمجة

التصميم

في البداية ، يجب وضع تصور مبدئي عن الغرض من المركبة والمهام المطلوب تنفيذها بالمركبة حيث سيؤثر ذلك علي التصميم والمعدات المطلوبة .

The first step in designing our ROV was to select proper thrusters. Two reasons behind this selection were impacts on overall cost and size of the ROV. Our final decision for thrusters has been sea-scooter thrusters.

In the ROV structure the center of gravity and the center of buoyancy were intended to happen in such a way that it became passively stable



ROV Project Flowchart مخطط سير العمل

بعد الإنتهاء من المشروع يتم الإنتهاء من كتابة التقرير الفني ، وفيما يلي بعض العناصر الرئيسية والمقترحة للتقرير :

Table of Contents

Expenses

Design Rationale

- Frame
- Electronics
- Canister
- Tether
- Thrusters
- Cameras
- Control
- Power
- Lights
- Mission Specific Tools

Safety

Troubleshooting

Challenges

Lessons Learned

Future Improvements

Reflections

References

Acknowledgements

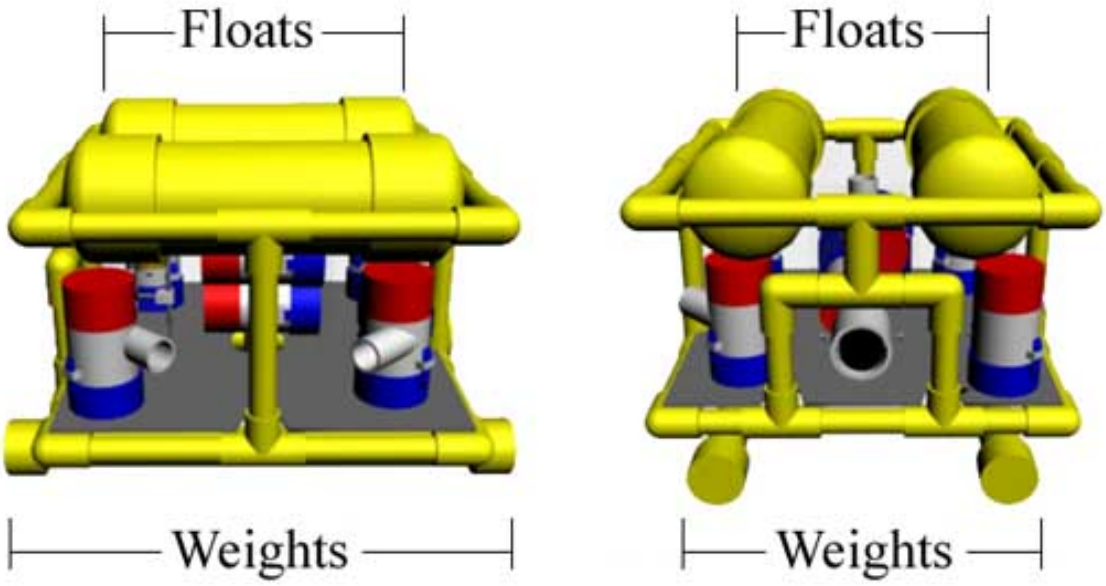
Appendix A: System Integration Diagram (SID)

Appendix B: Detailed Budget

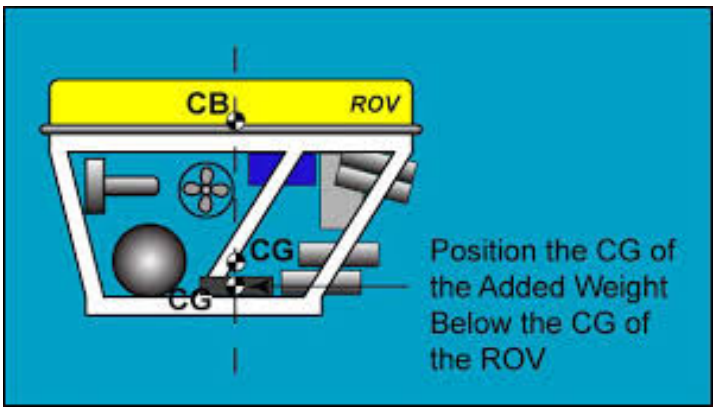
Appendix C: Controller Diagram

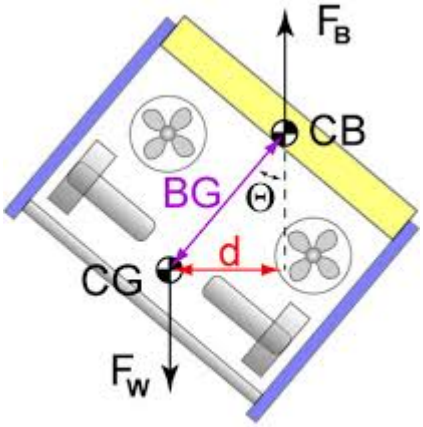
Appendix D: Thruster Diagram

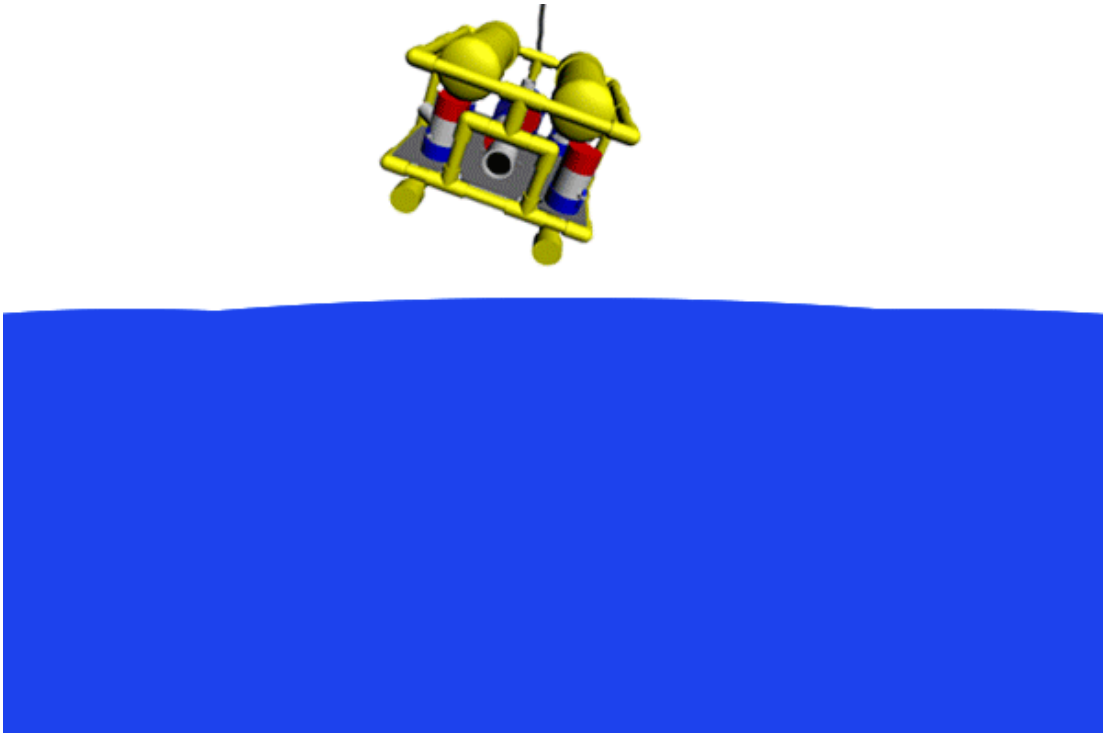
Appendix E: Safety Checklist



يجب وضع ثقل في الأسفل و عوامات في الأعلي بحيث يظل اتجاه المركبة أفقي دائما .







http://www.homebuiltrovs.com/howtos/buoyancytips/buoyancyanim.gif

محاكاة متحركة تبين كيف أن المركبة تعود للإتزان بعد إلقائها

القاعدة الأولي في التصميم أن تجعل المركبة تطفو ومن ثم يكون من السهل إضافة ثقل بمقدار معين أقل من العوامة .

القاعدة الثانية هي وضع العوامة في الأعلي والثقل في الأسفل مما يجعل المركبة متزنة عند وجودها في الماء .

The #1 Rule when it comes to Rov buoyancy is "It's easier to add more Weight than it is to add more Floats." Rule #2 is "You always want the Floats at the Top and the Weights at the Bottom." This keeps the Rov stable when it is in the water.

حالة التعليق (الطفو الحيادي) Neutral Buoyancy

حالة التعليق تتميز بجزئين :

- الجزء الأول : أن الجسم يصبح وزنه صفر فى المياة .
- الجزء الثانى : أنها تجعل الجسم يثبت فى عمق معين دون أن يغرق أو يطفو ، لذلك فهو حر الحركة .

هذا ما تعتمد عليه مركبة ROV ، هو نجعل من الغواصة الخاصة بنا معلقة فى المياة ، و ذلك بتعديل طفوية الجهاز بمعادلة الوزن مع الهواء الموجود داخلها .

و هذا القانون يساعد فى معرفة حجم الأوزان المطلوبة :

$$\text{Mass of Ballast} = \frac{(\text{Density of Water} * \text{Volume of ROV}) - \text{Mass of ROV}}{1 - (\text{Density of Water} / \text{Density of Ballast})}$$

يجب أن يكون كل من مركز الطفو ومركز الثقل في منتصف المركبة للحصول علي الإستقرار المطلوب , وخاصة عند تساوي الثقل والعوامة والحاجة إلي استقرار العوامة في وسط الماء .

تذكر أن القاعدة الأولي هي جعل المركبة تطفو . وبالتالي يكون السؤال الأهم هو كيف نحسب وزن الثقل المطلوب بعد ذلك !؟

يمكن أن تضع شبكة أسفل منتصف المركبة وهي في الماء ثم وضع مجموعة من الأثقال في الشبكة إلي أن تصل إلي حالة الطفو المحايد Neutral buoyancy

The biggest question I get is "How do you know how much to add?" You could figure out displacement, weight, mass and all that fun stuff but I take the easy way out. (Remember your Rov should float first) I place the Rov in the water and using a mesh bag centered on the Rov I add weight (washers in this case) to the bag until I get the Rov as close to Neutral buoyancy as I can. I then divide up the washers into 2 even piles and thread them onto two dowels and stuff one in each skid. I then fine tune everything on the actually dive.

أو تجربته عموما في الماء فعندما نجده يغرق نزيد العوامات أو تقليل الأثقال ، والعكس عندما نجده طافياً غير معلق في الماء أي لم يصل إلي مرحلة الطفو الحيادي (في هذه الحالة تكون الكثافة الكلية للمركبة مساوية تقريباً لكثافة الماء).

The next biggest question I get is "Neutral, Negative, or Positive Buoyancy?" Well its a matter of personal preference.

السؤال الكبير التالي : هل الطفو حيادي Neutral Buoyancy أو سلبي Negative Buoyancy أو إيجابي Positive Buoyancy ؟

عندما يكون الطفو الخاص بالمركبة من النوع الطفو حيادي Neutral Buoyancy أو السلبي Negative Buoyancy ستحتاج لتشغيل مروحة الدفع لأعلي Up Thruster عند الإبتعاد عن القاع مما يثير رنال القاع أسفل المركبة وبالتالي تعيق الرمال مجال رؤية الكاميرا.

الطفو حيادي Neutral Buoyancy : تقريبا تعتبر الكثافة الكلية للمركبة مساوية لكثافة الماء المحيط بها وبالتالي عند وجودها في الماء مع توقف مراوح الدفع تستقر في مكانها لا هي تصعد لأعلي بفعل قوة الطفو ولا هي تنزل لأسفل بفعل ثقل الركبة حيث يحصل اتزان بين قوتي الطفو وثقل المركبة.

المميزات: ثبات المركبة في الماء وعدم الإعتماد علي المراوح لتثبيت المركبة في مكانها.

العيوب : ستحتاج المركبة إلي مراوح الدفع عند الصعود والهبوط وخاصة الصعود سيكون تحدي في حالة تعطل مراوح الدفع لأعلي.

الطفو السلبي Negative Buoyancy : يكون ثقل المركبة أعلي من قوة الطفو , وكلما زاد الفرق بينهما زاد ذلك من سرعة نزول المركبة إلي القاع .

المميزات :

- تخفيف تشغيل مروحة الدفع لأسفل .
- سرعة نزول المركبة للقاع .

العيوب :

- كثرة تشغيل مروحة الدفع لأعلي.
- تشغيل مروحة الدفع لأعلي عند القاع يثير رمال القاع مما قد يؤثر علي مجال الرؤية أمام الكاميرا

الطفو الإيجابي Positive Buoyancy : تكون قوة الطفو أكبر من ثقل المركبة , وكلما زاد الفرق بينهما زاد من سرعة صعود المركبة لأعلي .

المميزات :

- تخفيف تشغيل مروحة الدفع لأعلي .
- سرعة صعود المركبة لسطح الماء .

العيوب :

- كثرة تشغيل مروحة الدفع لأسفل.

إذا كيف أعلم نه فى حالة التعليق ؟

يمكنك من خلال ملاحظتين : أن الجهاز بأكملة مغمور ، و لكن أعلى نقطه به تمس سطح المياة ولا يغرق . الملاحظة الثانية : أنه عند لمس الجسم ، و دفعه بقوة بسيطة للأسفل ، يقوم بالغطس بصورة خفيفة لكن يصعد مرة أخرى ببطئ شديد . إذا تعلم فى تلك اللحظة أنه معلق فى المياة و له طاقة طفو بسيطة للغاية .

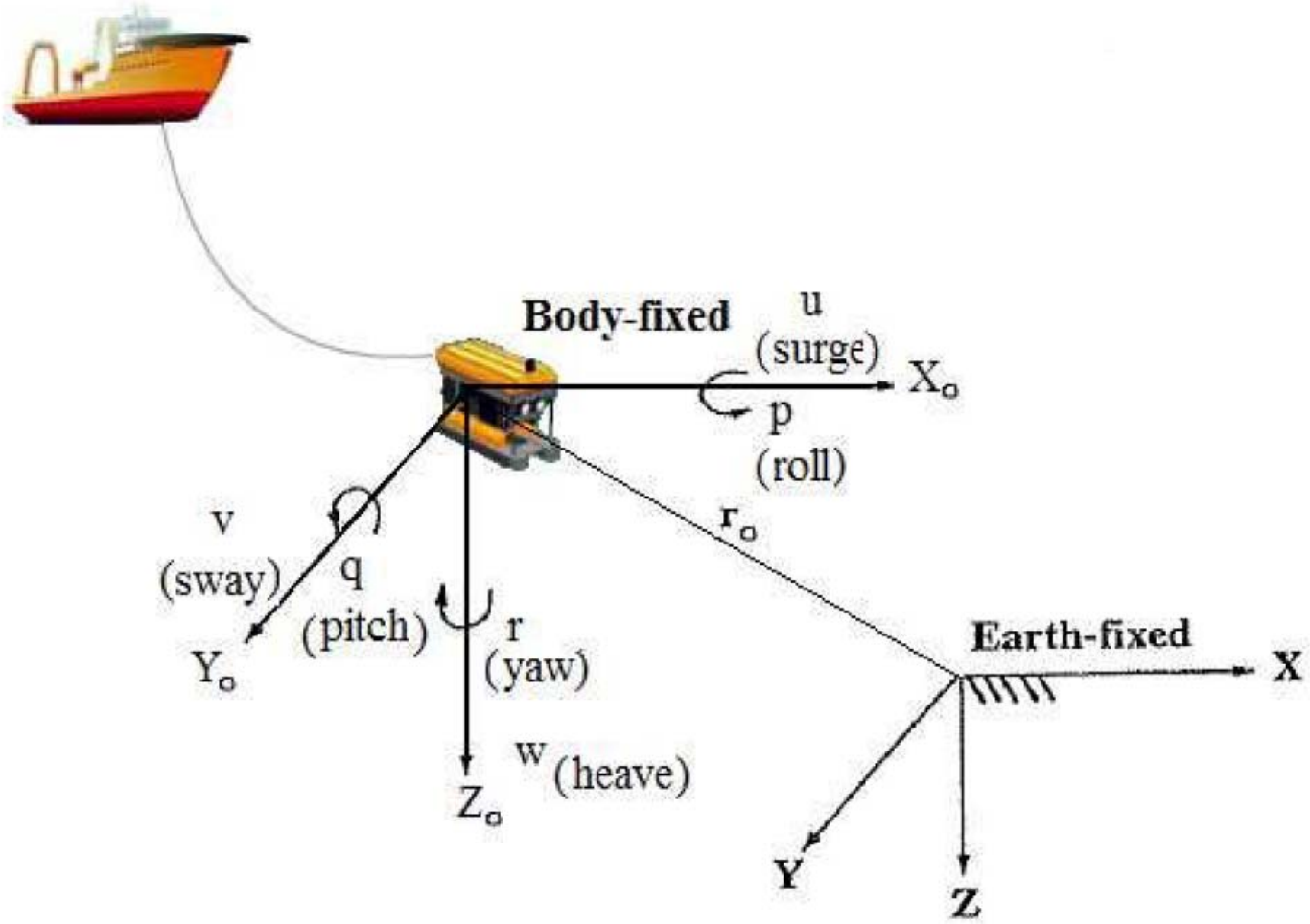
نظام الدفع

Propulsion System

مراوح الدفع Propeller

The best choice for the thrusters of designed ROV are the brushless DC motors to achieve minimum dimension for the same power rating.

Regarding the fact that in most industrial applications surge, heave and yaw motions are satisfactory, only three thrusters would meet the demand. In the so called three-thruster arrangement two thrusters supply parallel propulsion for surge motion which also give yaw moment in differential mode and one thruster to propel the vehicle for heave motion. The other common distribution provides the same 3 degrees of freedom with more actuators



الحركات المطلوبة من محركات الدفع

In general, ROVs in the water would have at most six degree of freedom; three rotations and three translational motions.

أنواع أنظمة الدفع Propulsion systems

- نظام الدفع الكهروهيدروليكي Electro-hydraulic .
- نظام الدفع الكهربي Electric .

التقنية الكهروهيدروليكية وزنها أكبر وكفاءتها أقل .

المواصفات المطلوبة لمظام الدفع الكهربي

ما هي مواصفات المحركات وأهما تيار الحمل الكامل Motor Maximum Current in Full Load (Amperes) وسرعة الدوران القصوي Maximum Rotation Speed .

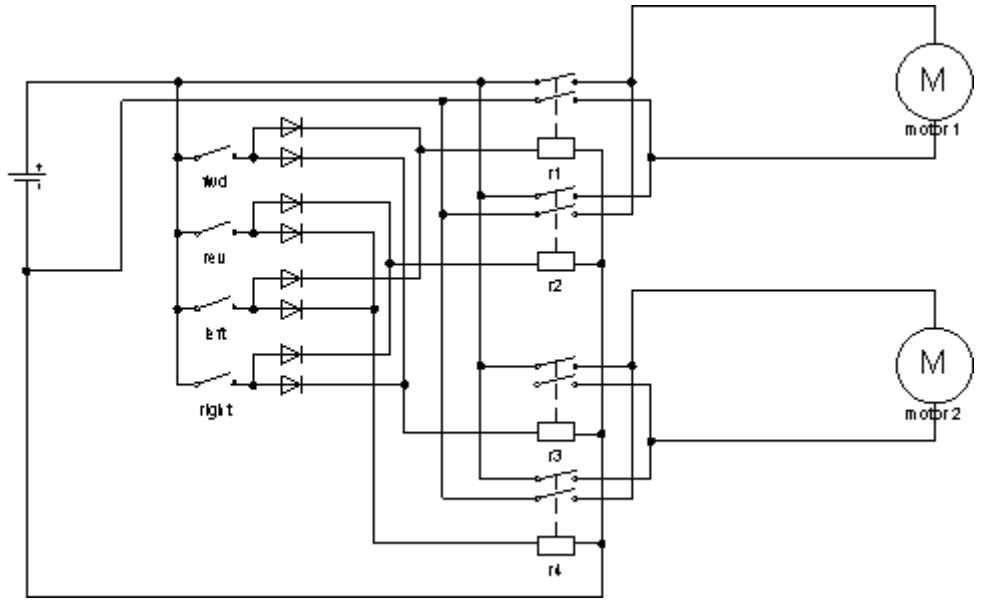
- Powerful, resistant to saltwater corrosion
- Had the high torque and low speed needed for a marine propeller.
- Thrusters output lbs (Newtons)

يمكن تشغيل كل دافع Thruster باستخدام محرك مستقل Direct Drive , ويمكن تشغيلها جميعا بمحرك واحد Gear Drive باستخدام صندوق تروس متعدد المخارج Multiple Output Gearbox .

Buoyancy System

In the design it was desirable to have 0.3m meta-centric height and no offset in the x or y axes direction between center of gravity and center of buoyancy.

فيما يلي نموذج لدائرة تحكم في محركي دفع لمركبة ROV ويتم التحكم بواسطة عصي تحكم Joystick Controller .



http://www.electronicspoint.com/attachments/rov-circuit-using-4-relay-4-pushbutton-and-and-8-diodes-gif.6588/

ROV circuit which use a joystick as a controller

أنواع الرفاصات من حيث طريقة عزل المحرك

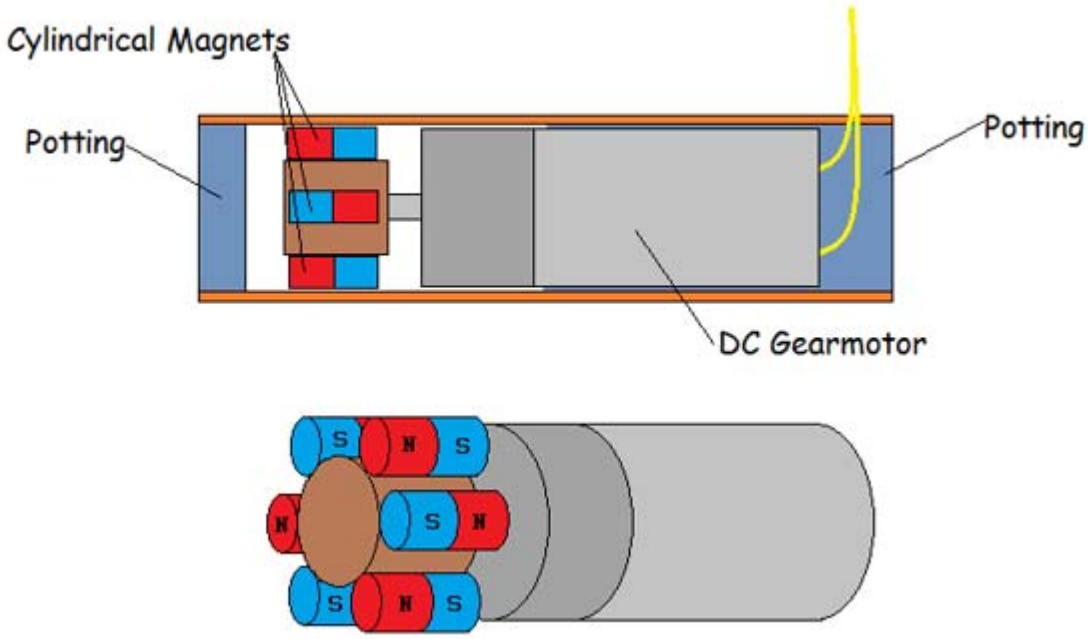
المشكلة الأساسية في تصميم الرفاصات Thrusters هو كيفية عزل المحرك عن الماء. وتوجد ثلاث حلول تُستعمل لجعل المحركات المخصصة للغواصات بعيدة ومعزولة عن الماء :

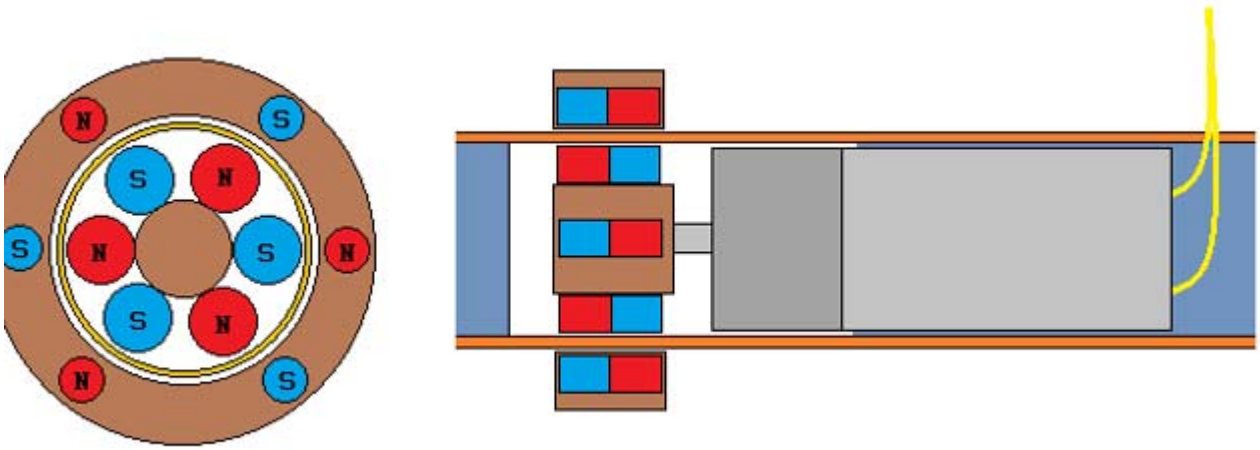
- المحركات – محرك الغواصة والماء (تقنية الإقتران المغناطيسي) Magnetically Coupled Drive .
- المحركات – محرك الغواصة والماء (تقنية الحلقة) .
- خاتم الرمح الدوار .

أحسن وأعقد طريقة هي الإقتران المغناطيسي. ففي هذه الطريقة يتم عزل المحرك تماما عن الماء لأنه سيتم ربطه بالمروحة باستعمال تقنية الإقتران المغناطيسي .

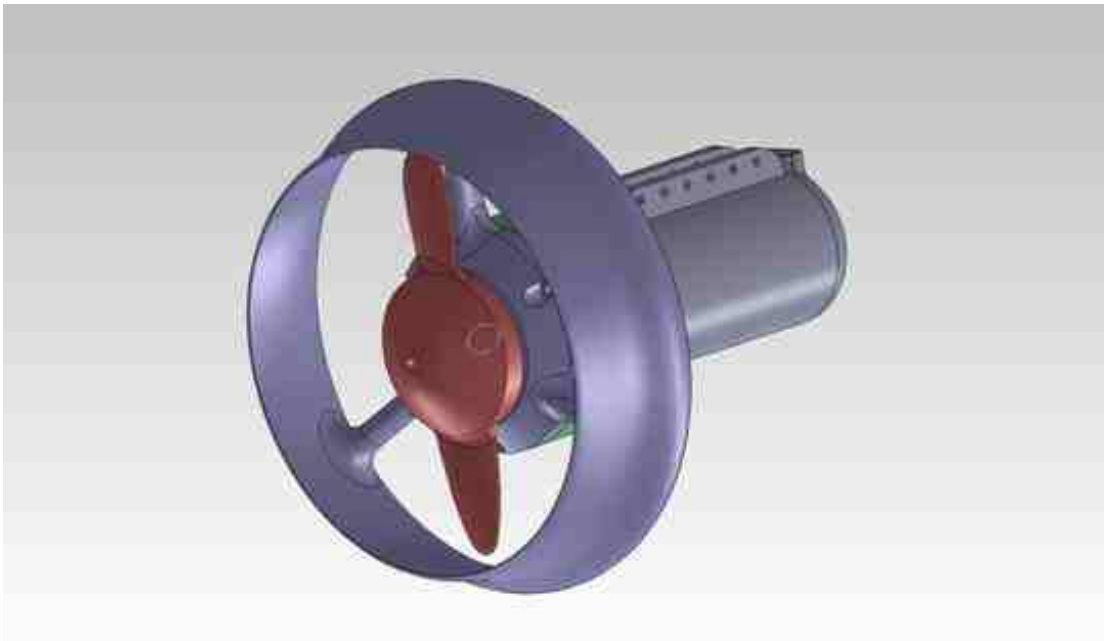
يمر الماء إلي داخل المحرك بالرغم من وجود عزل جيد وذلك من خلال المسافات الصغيرة بين عمود الدوران Shaft وجسم المحرك ويزداد تسرب الماء بزيادة الضغط الخارجي للماء (بزيادة العمق) ، لذا تظهر الحاجة الملحة لطرق عزل مبتكرة لمنع هذا التسرب وخاصة في الأعماق الكبيرة.

There's several ways to create a sealed shaft: you can use sealed bearings with grease or you can use a magnetic coupling.





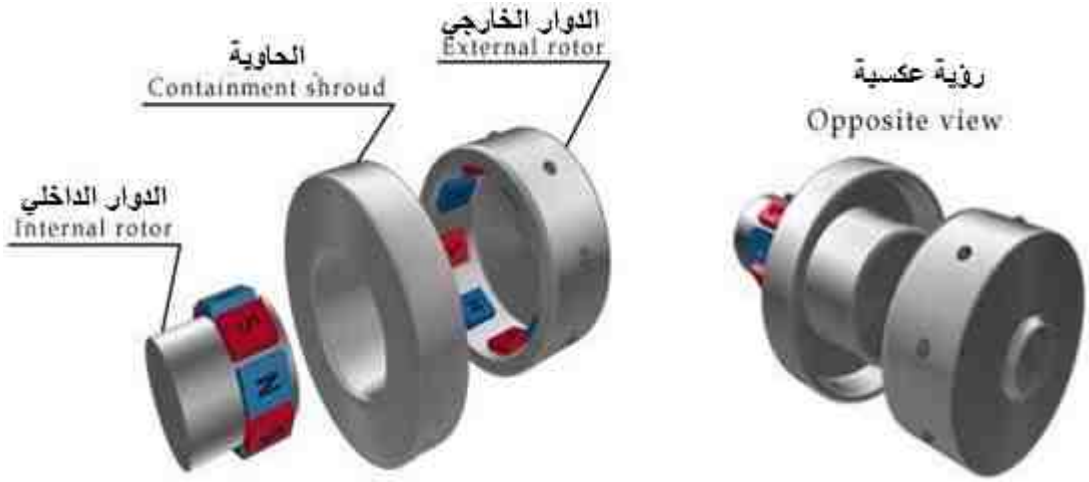
Note that magnets are configured in alternating polarity- this provides greater torque transfer both allowing opposite polarized magnets to attract each-other, but prevents skipping by repelling neighboring magnets



المحركات هي الأساس في تحرك الغواصات الروبوتية، والمشكلة الأساسية التي تواجهنا في استخدامها هو تهيئتها لتدوير المراوح (الرفاصات) وعزلها عن المياه حتى لا تتلف نتيجة تسرب المياه . ما هي الطرق المتاحة لحمايتها؟ وكيف نبني محركات معزولة عن الماء؟ ، هذا ما سنناقشه فيما يلي .

الفكرة العامة للإقتران المغناطيسي

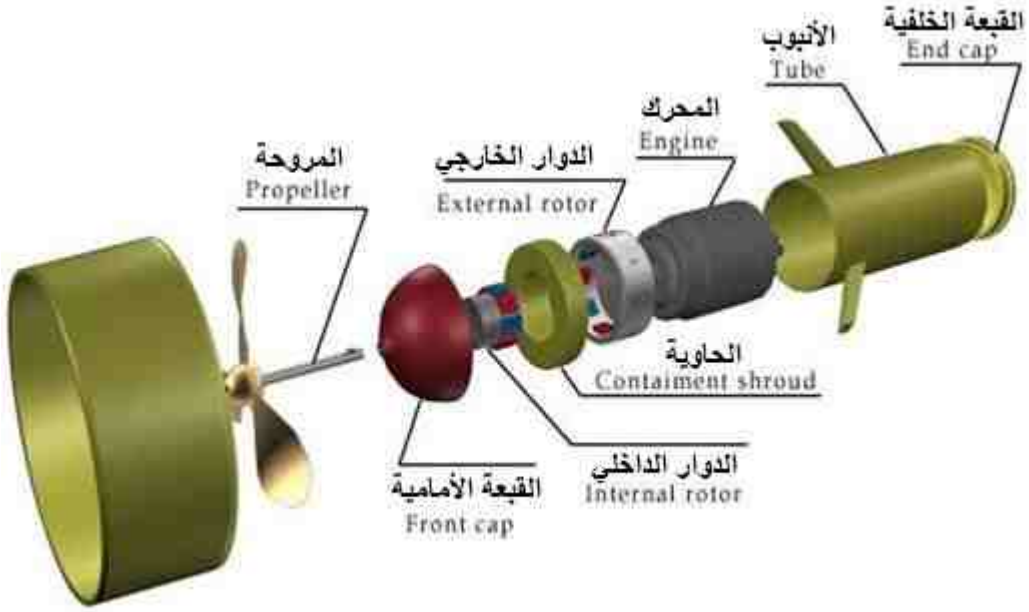
فكرة الإقتران المغناطيسي بسيطة جدا، وهي أن نستعين بأسطوانتين متقابلين ونثبت عليهما مغانيط Magnets صغيرة الحجم على شكل دائري بحيث يكون كل مغناطيسين متجاورين متضادين في القطبية لتتكون بذلك سلسلة قطبية من شمال-جنوب .



تُثبت إحدى الأسطوانتين (الصغيرة في هذه الحالة) برأس المحرك، ويتم تغليفها وإحاطتها مع المحرك وعزلهما عن الماء تماما. عند دوران المحرك ستدور معه الأسطوانة الداخلية التي بدورها ستقوم بتوليد مجال كهرومغناطيسي يؤثر على الأسطوانة الخارجية فتولد هذه الأخيرة حركة دورانية أيضا.

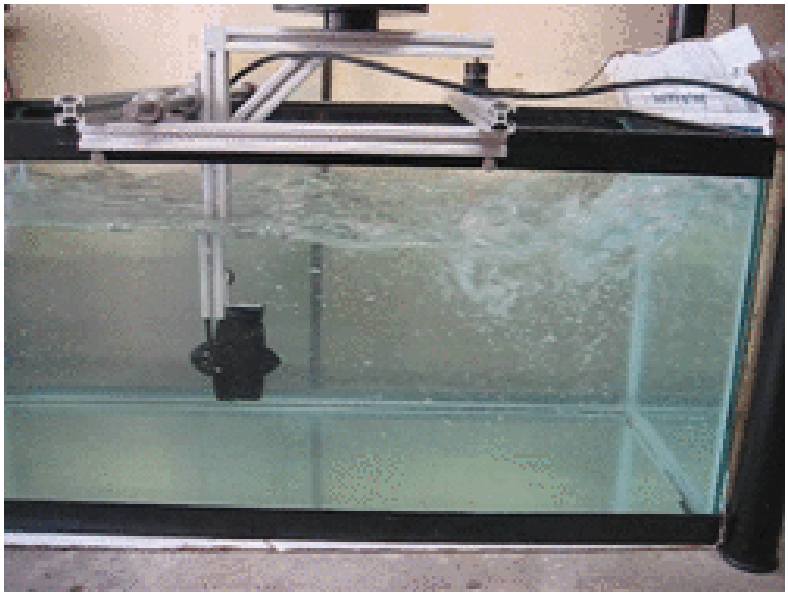
التصميم العام

كيفما كان شكل المحرك، فسنقوم بإبعاده عن الماء وعزله تماما. والتصميم التالي يبين كيفية فعل هذا بكل بساطة، وسنستعين بالأسطوانتين المغناطيسيتين كمركز لهذا التركيب .



الأسطوانتين ستكونان الفاصل بين المحرك والمروحة، وبهذا يتكون عندنا رفاص بحري Thruster جاهز للعمل وغير مكلف أيضا .

وتجذر الإشارة إلى أنه يمكن استعمال هذا النوع من الرفاصات لتحريك القنابل البحرية أو ما يعرف بالتوربيدات .



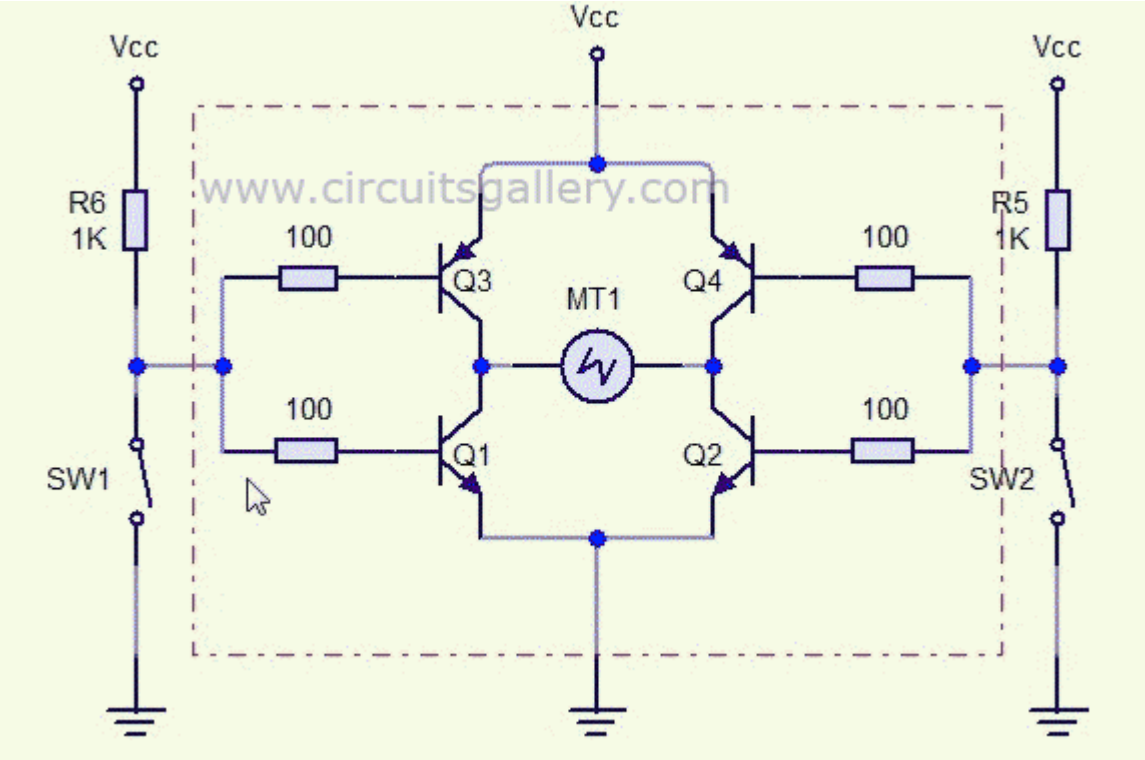
https://www.bluerobotics.com/images/gifs/tank-test.gif

محاكاة متحركة لمنصة اختبار الرفاص Thruster Test Stand

الهدف من الإختبار قياس كل من Measure thrust, rpm, and power. وذلك من خلال الإستعانة ببعض الأجهزة الإلكترونية لقياس ذلك. مثل خلية حمل دقيقة Accurate Load Cell لقياس قوة الدفع Force Of The Thruster للرفاص في الإتجاهين الأمامي والخلفي Forward and Backward Directions .

دائرة التحكم في الإتجاه

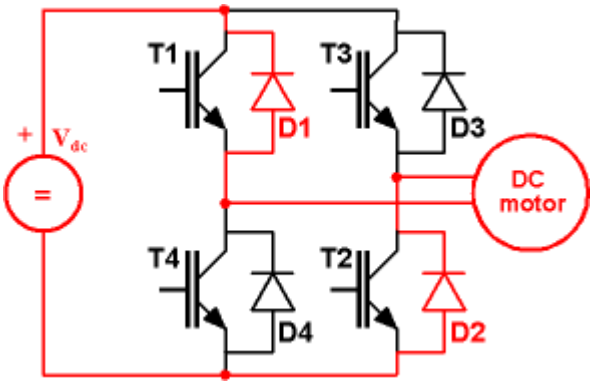
استخدام دائرة H Bridge Motor Driver



http://www.next.gr/uploads/7/Animation%2BH%2BBridge%2Bmotor%2Bdriver%2Btheory%2B%26%2Bpractical%2Bcircuit%2Busing%2Btransistors-%2Banimation%2Bsimulation%2BGetting%2Bstarted%2Bwith%2BRobotics%2Banimation1.gif

محاكاة لدائرة للتحكم في اتجاه دوران المحرك

تستخدم الدائرة للتحكم في اتجاه دوران محرك تيار مستمر DC Motor بحيث يدور في اتجاه عقارب الساعة Clockwise أو عكسها Counterclockwise .



http://www.eleceng.adelaide.edu.au/Personal/nesimi/CircuitAni.gif

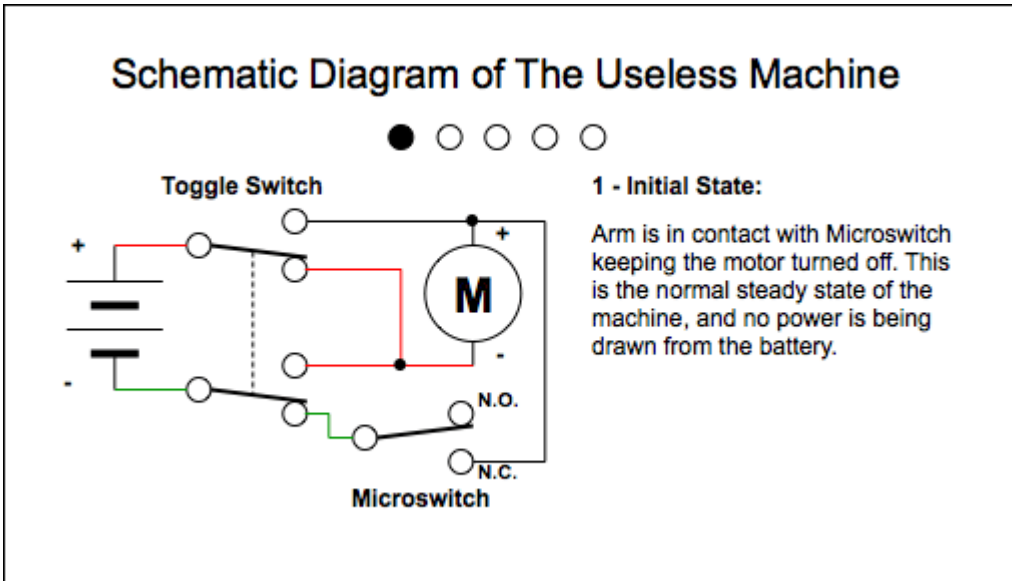
محاكاة 2

دائرة الكوبري H متاحة في شكل دائرة متكاملة H Bridge ICs لإستخدامها في تطبيقات كثيرة كتطبيقات الروبوتات منها الدائرة المتكاملة L293 dual H Bridge IC .

فكرة عمل الدائرة كالتالي:

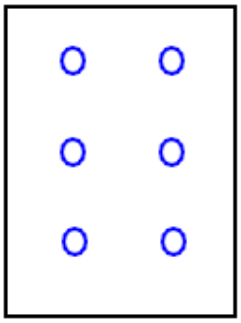
Then transistor Q3 becomes ON since it is PNP, it needs LOW voltage to turn ON. But transistor Q1 remains OFF, because it is NPN and requires HIGH potential at the base to turn ON.

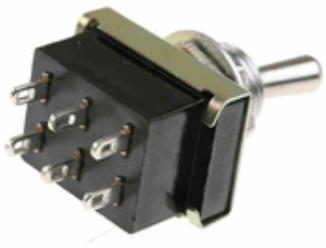
عكس اتجاه دوران المحرك DC باستخدام مفتاح Toggle Switch

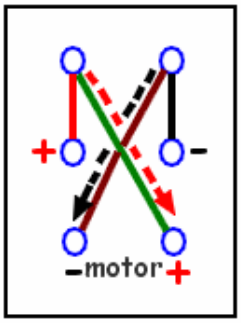


محاكاة لتغيير القطبية لتغيير اتجاه المحرك

الدائرة السابقة تعني أربعة أسلاك بين لوحة التحكم وكل محرك ، وبالتالي سيكون كابل الربط بين لوحة التحكم والمركبة كبير الحجم ، لذا يفضل عمل بروتوكول تواصل بين لوحة تحكم علي متن المركبة ولوحة أخري بداخل لوحة التحكم السطحي ويتم التوصيل بينهما بسلكين فقط .





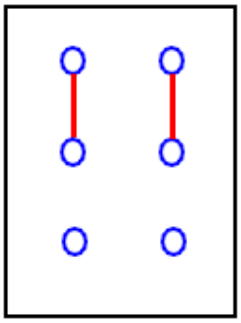


www.320volt.com

عكس اتجاه دوران

محرك DC باستخدام

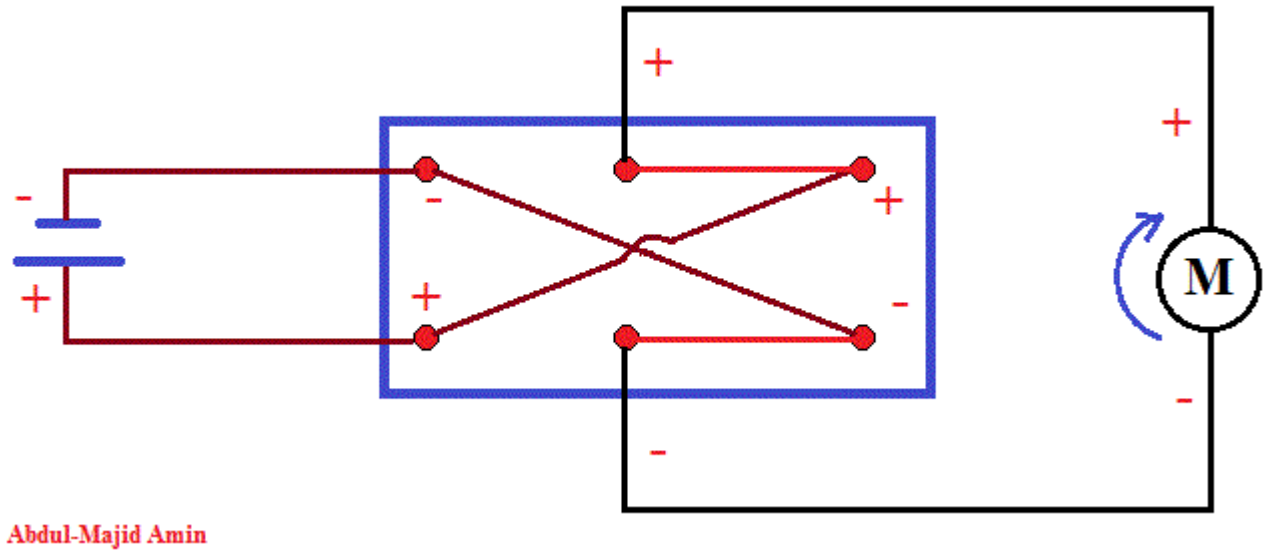
مفتاح Toggle Switch



www.320volt.com

http://320volt.com/wp-content/uploads/2010/01/taggle-switch-animasyon-motor-bagli.gif

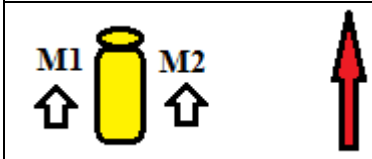
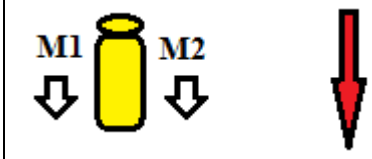
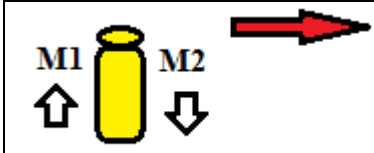
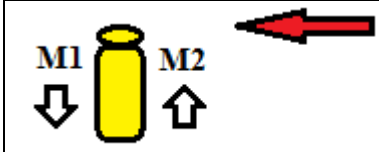
ولمزيد من التوضيح تابع المحاكاة التالية:



عكس اتجاه محرك باستخدام مفتاح Toggle Switch

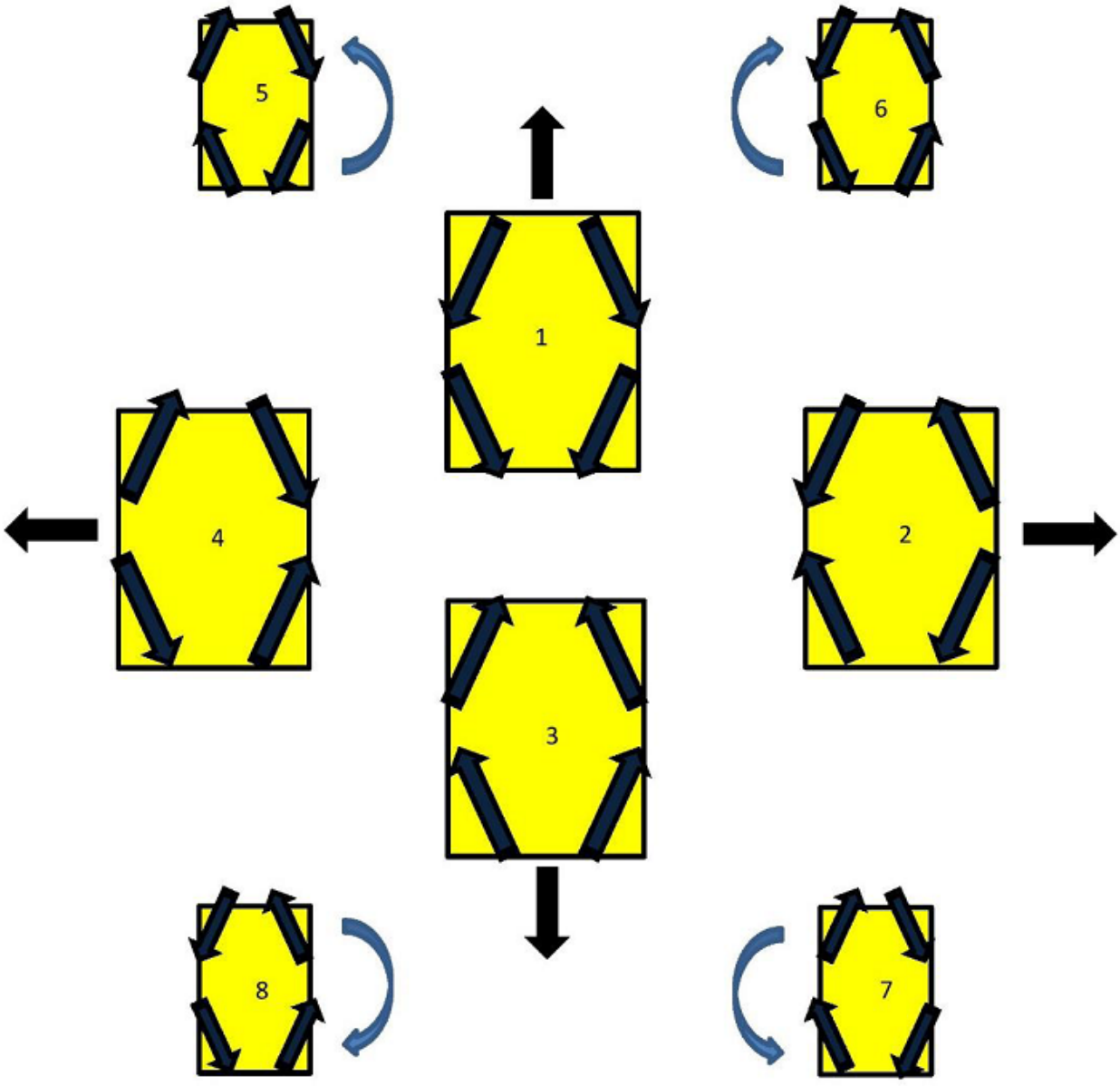
التحكم في محركين

الحركة في المستوي الأفقي (للأمام/ للخلف/ لليمين/ لليسار)

	رفاص M1	رفاص M2	
الحركة للأمام	للأمام	للأمام	
الحركة للخلف	للخلف	للخلف	
الدوران لليمين	للخلف	للأمام	
الدوران لليسار	للأمام	للخلف	

مخطط الدفع الإتجاهي لأربعة محركات Vectored Thruster Diagram

الرقم No.	الإتجاه Direction
1	الأمام Forward
2	جانبي لليمن Crab Right
3	الرجوع Reverse
4	جانبي لليسار Crab Left
5	استدارة/دوران لليسار – للأمام Rotate/Turn Left - Forward
6	استدارة/دوران لليمين – للأمام Rotate/Turn Left - Forward
7	استدارة/دوران لليمين – للخلف Rotate/Turn Left - Forward
8	استدارة/دوران لليسار – للخلف Rotate/Turn Left - Forward



دائرة التحكم في الرفاص Thruster Control Board

بعض الدوائر الجاهزة يمكنها تسهيل التحكم في محركات الدفع من تشغيل/إيقاف – تغيير الإتجاه Change Direction – تغيير السرعة Vary Speed وذلك تبعا لإشارة التحكم القادمة إليها.

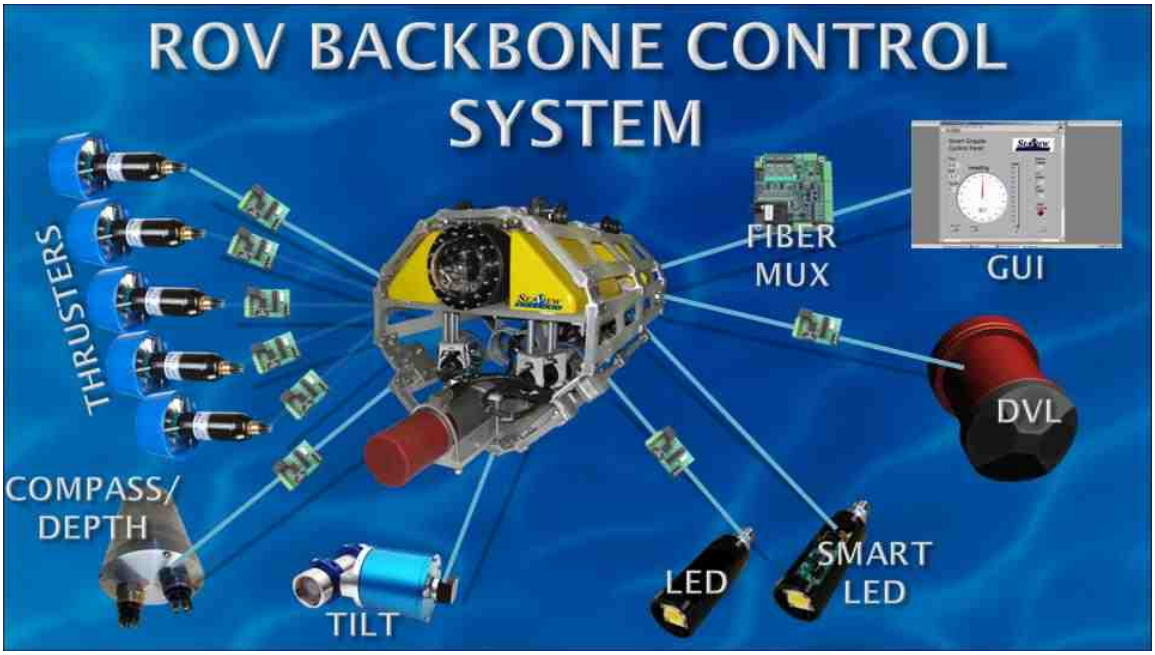
لوحة التحكم قد تحتوي علي أكثر من قنطرة H ، فمثلا قد تجد أن لها القدرة علي التحكم في 4 محركات علي حسب الإشارة القادمة من نظام التحكم الرئيسي . وقد يطلق عليها اسم Motor Driver .

دائرة التغذية Power System

It is possible to charge the Batteries during operation through a pair of cable over the tether. To provide regulated power for video camera and other electronics, a highly efficient DC/DC converter MPW1033 is used. This converter provides a 12V for the Camera and feeds the regulated 5V & 3.3V power supplies for other electronic parts.

الأحمال المطلوب تغذيتها

- محركات الدفع Thrusters
- الإضاءة Lights .
- الكاميرات Cameras .
- الحساسات Sensors .
- أي أحمال كهربية لأدوات أخري مضافة لأداء مهمة معينة .



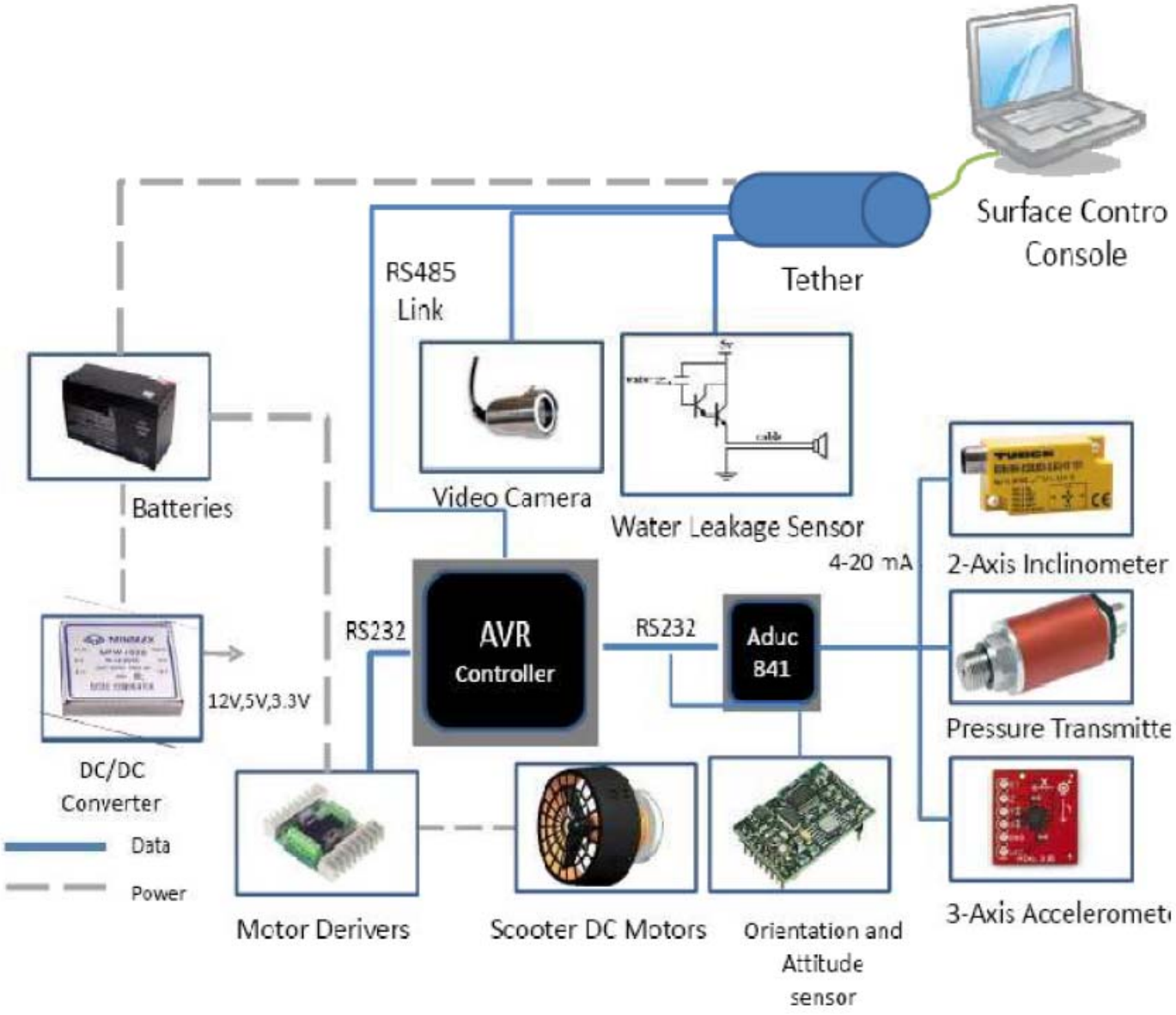
- التغذية بواسطة بطاريات قابلة لإعادة الشحن .
- التغذية عبر الكبل السُري المتصل بمركبة ROV .

نظام التحكم والملاحة Navigation And Control System

تعتبر المركبات العاملة تحت الماء بالتحكم عن بعد أداة هامة للعديد من التطبيقات و المهمات المطلوبة بكثرة في التطبيقات العلمية والتجارية والعسكرية. يمكن أن تؤدي هذه المركبات العديد من المهام البحرية المتخصصة في مختلف التخصصات الصناعية مثل النفط والغاز و الشحن التجاري و الإنقاذ و إدارة السفن و مياه الشرب وهندسة المحيطات و تصوير الأفلام المرئية و أغراض البحث العلمي وغيرها من المجالات الهامة. ويمكن تصنيف مهام تلك المركبات تحت الماء إلي الرصد و المعاينة و المسح و الإنشاء و التعامل و الدفن وحفر الخنادق.

إن مركبات الـ ROV عبارة عن روبوتات بحرية متحركة يُتَحَكَم فيها عن بعد و مُصممة خصيصاً لخدمة مختلف البيئات المائية والقيام بمهام متعددة تحت الماء. يتم المناورة بالمركبة و التحكم في حركاتها المختلفة عن بعد بواسطة ملاح بشري يعمل علي توجيهها خلال الماء بمساعدة عدد من الدافعات/الرفاصات و الكاميرات و الأضواء. يتم توصيل ظهر/سطح مركبة الـ ROV بوحدة تحكم عن بعد بواسطة كابل يعرف بإسم الرسن Tether الذي يمدها بالقدرة الكهربائية و إشارات التحكم و يسترجع الصورة المرئية إلى الملاح البشري المعزول عن المركبة كلية.

Using an onboard autopilot with the given set of onboard sensors. In this case the operator only sends high level commands. The autopilot is mainly based one Atmel AVR microcontroller which is interfaced with all electronics modules and sensors in the ROV



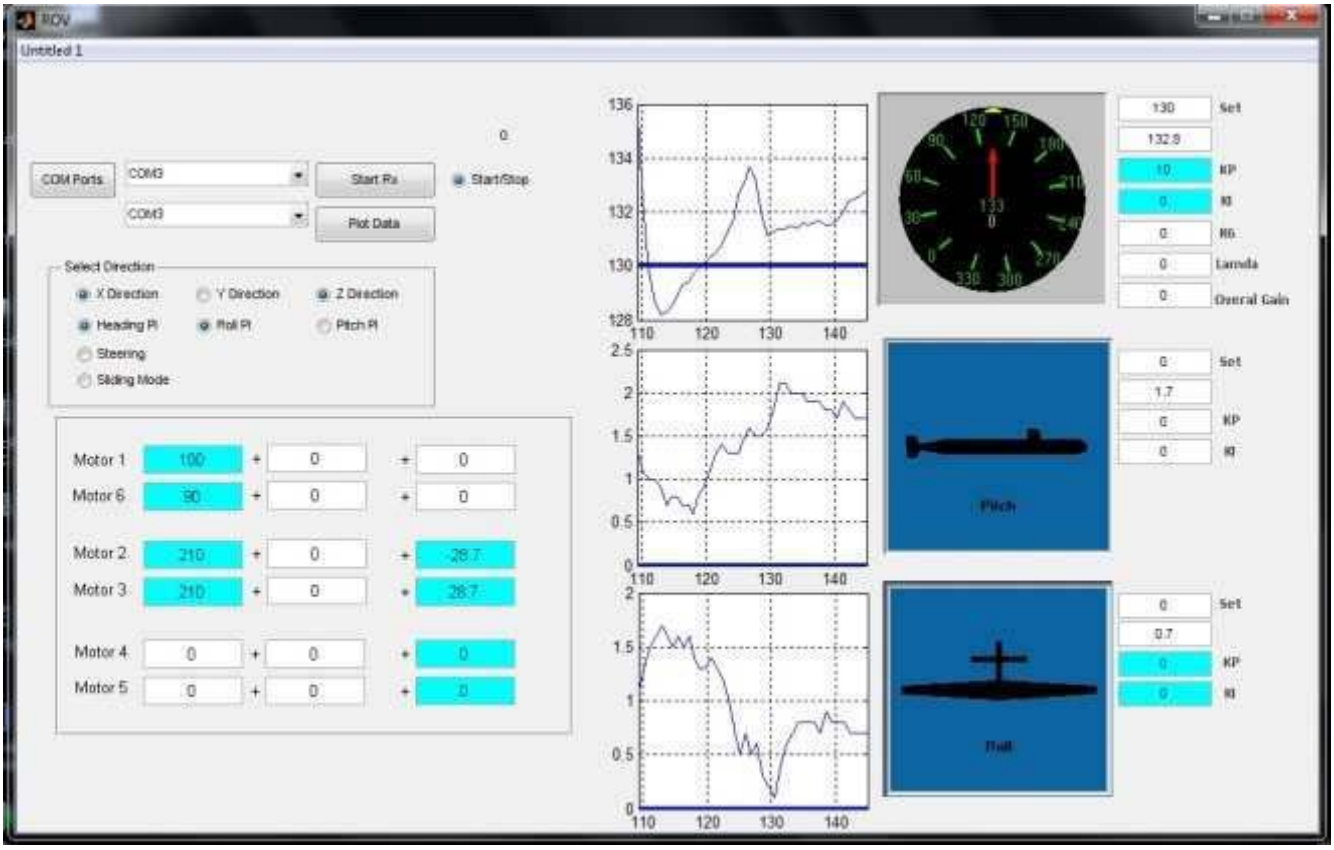
Schematic view of the autopilot syst.em نموذج لنظام تحكم وملاحة

وحدة التحكم السطحي Surface Control Console

وحدة التحكم السطحي ROV Control Console

يمكن استخدام وحدة تحكم سطحي SCC مكونة من واجه رسومية Graphical User Interface للتمكن من :

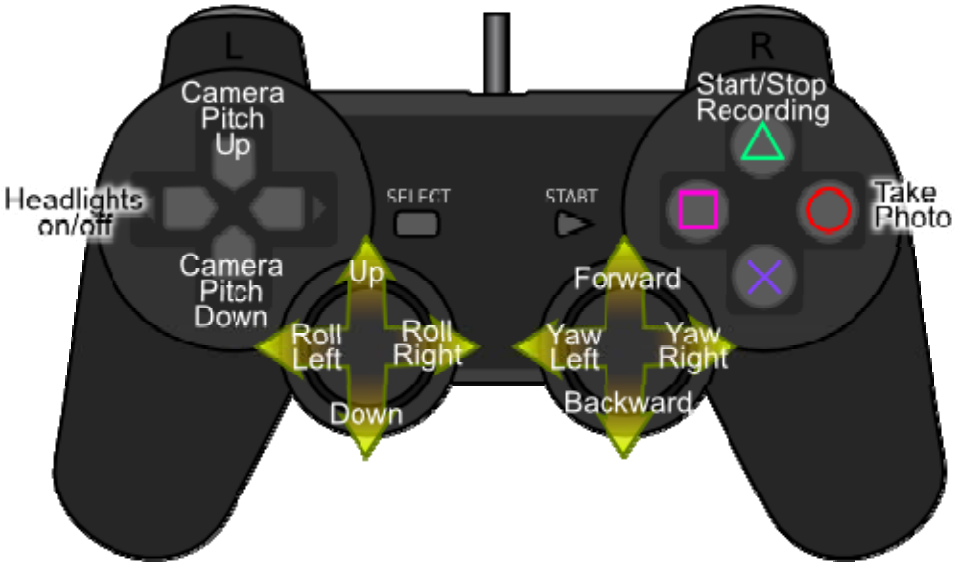
- متابعة حالة المركبة Monitor the state of the ROV : استقبال القراءات والمؤشرات الهامة ، ومتابعة وضع واتجاه المركبة علي صورة تخيلية متحركة للمركبة .
- تفعيل أو إيقاف المتحكم الداخلي للمركبة Activate or deactivate onboard controller :
- إعطاء أوامر المسار Give trajectory commands .



واجهة تحكم رسومية من النوع Ariana-I graphical user interface

التحكم بلوحة مفاتيح Hand Controller

وحدات تحكم سطحية يدوية



لوحة تحكم يدوية من النوع PS2 ROV Controls

الحساسات Sensors

حساس الضغط Pressure Sensor : يستخدم حساس الضغط لقياس العمق Sensing Depth .

حساس الحرارة Temperature Sensor :

مستشعر الميل Inclinometer sensor :

حساس التسارع Accelerometer :

حساس الإتزان IMU :

جهاز سونار

بوصلة الكترونية

حساس تسرب المياه Water Leakage Sensor : لإنذار بحدوث تسرب مياه إلي بعض المكونات الهامة لمركبة ROV والتي يجب حمايتها من البلل مثل وحدة اللوحات الإلكترونية Electronics Compartment وصندوق البطاريات Battery Box . وهي تعتمد علي التوصيلية الكهربية للمياه water conductivity وفي حالة استشعارها بوجود تسرب للمياه ينتج إنذار صوتي في غرفة التحكم فوق سطح الماء فيقوم المشغل Operator بإيقاف عمل الوحدات الإلكترونية الحساسة وإعطاء أمر للمركبة بالصعود إلي السطح بسرعة .

Water leakage sensors are devised in different location in the electronics compartment and battery box. Sensors are operating based on water conductivity. In the case of water leakage the conductivity of water drives a buzzer in surface control station, so that operator can shut down the sensitive electronics and command the ROV upward quickly.

تعتبر كاميرات الفيديو ضمن الحساسات: يمكن تحويل إشارات الفيديو إلي إيثرنت Ethernet ويتم نقلها بكبل واحد إلي غرفة التحكم علي السطح .

A video camera is mounted in front of the ROV. Video Signal is converted to Ethernet and transferred by a single cable between the ROV and control consol.

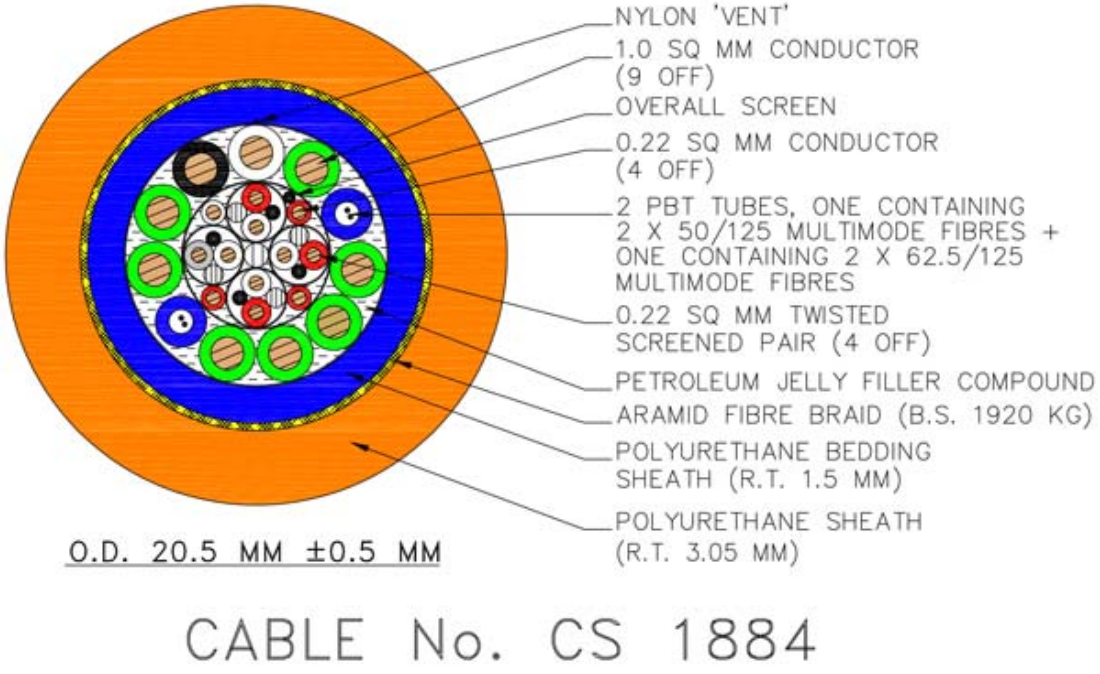
الكاميرات Cameras

أهم خصائصها:

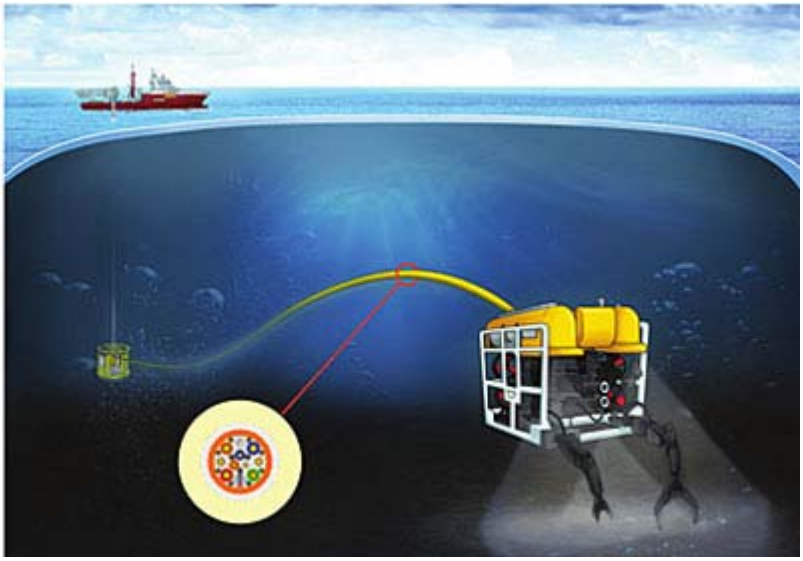
- التغذية Power .
- زاوية الرؤية Visual Angle (Degrees) .
- الوضوح Resolution .
- وظيفتها : استكشاف – مراقبة أدوات العمل – مراقبة أجزاء هامة من المركبة

غرفة الإلكترونيات

يجب وضع الدوائر الإلكترونية داخل حاوية محصنة ضد تسرب المياه Waterproof والتسبب في تعطل أو تلف المركبة .



نموذج لمقطع لكابل سُري مستخدم للتحكم في مركبات الـ ROV



Tethers supply the vital link from the ROV to the surface or control module. Either directly or via the tether management system through the main lift umbilical. The total services provided by the tether are power, CCTV, signal, & communications via optical, coaxial, or twisted pair conductors.

كابل الربط يوفر رابط حيوي لمركبة ROV مع وحدة التحكم السطحي ، ويكون الربط مباشر أو عبر منظومة لإدارة كابل الربط Tether Management System . والخدمات التي يقدمها الكابل هي نقل التغذية الكهربية Power و إشارة الفيديو والتحكم إما عبر أسلاك كهربية مجدولة Twisted Pair Conductors أو كابل محوري Coaxial ألياف ضوئية Optical Fiber .

Mechanical strength is normally incorporated into the design using aramid fibers by multi-layer braids or center strength cords of aramid fibers.

يتم دمج قوة ميكانيكية في الكابل بإضافة كابلات ألياف مدرعة بجدائل متعددة الطبقات أو بسلك مركزي .

ROV tethers are a strategic component in the supporting performance of the cubicle, so the design & construction has to address, crucial factors such as small diameter, flexibility, ruggedness, buoyancy, depth & handling requirements.

رابط المركبة ROV tether عنصر استراتيجي لدعم أداء الكابل السُري Cubicle ، لذا التصميم والتكوين يجب أن يلبي بعض المتطلبات الحرجة مثل القطر الصغير Small Diameter والمرونة Flexibility والقوة Ruggedness والطفو Buoyancy والعمق Depth ومتطلبات النقل والتداول Handling Requirements .

من المهم أن تتوفر خاصية الطفو الطبيعي في الكابل Neutrally Buoyant .

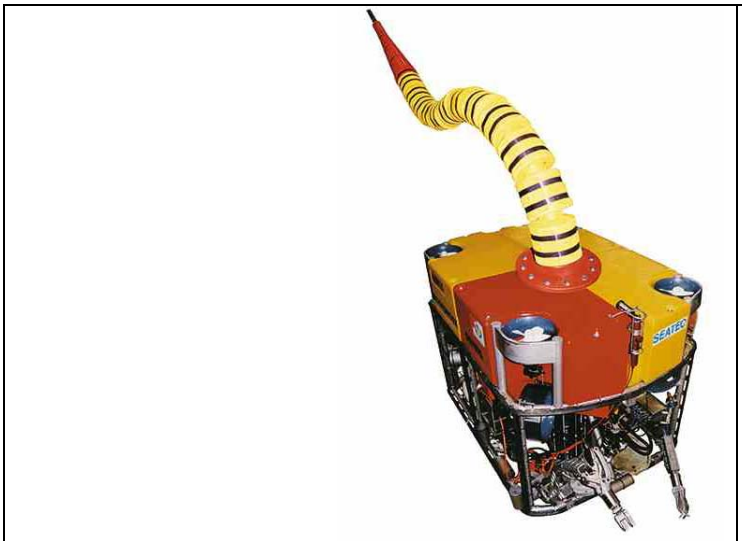
عوامات كابل الربط Cable Floats

مخصصة للتثبيت علي كابل الربط (الرابط Tether) أو الكابل السري Umbilical للمركبة ROV في حالة عدم توفر خاصية الطفو الذاتي بالكابل.

Cable floats are specifically designed for use on ROV tethers and umbilicals. Umbilical buoyancy is used in conjunction with ROVs to keep the required length of umbilical buoyant underwater.

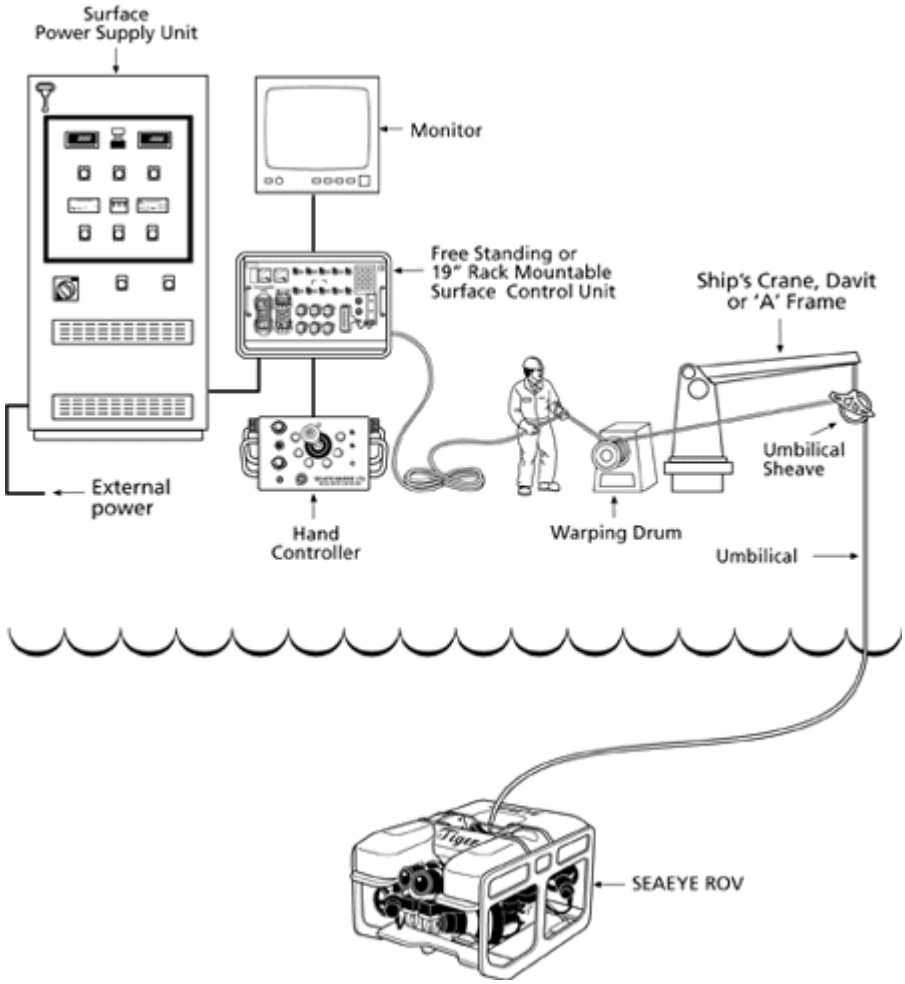
The tether needs to have floats attached to help keep it from dragging. The floats are made of foam and are attached using velcro.

تركيب عوامات علي الكابل يسمح له بالطفو داخل الماء وعدم سحبه للقاع تحت تأثير وزنه .

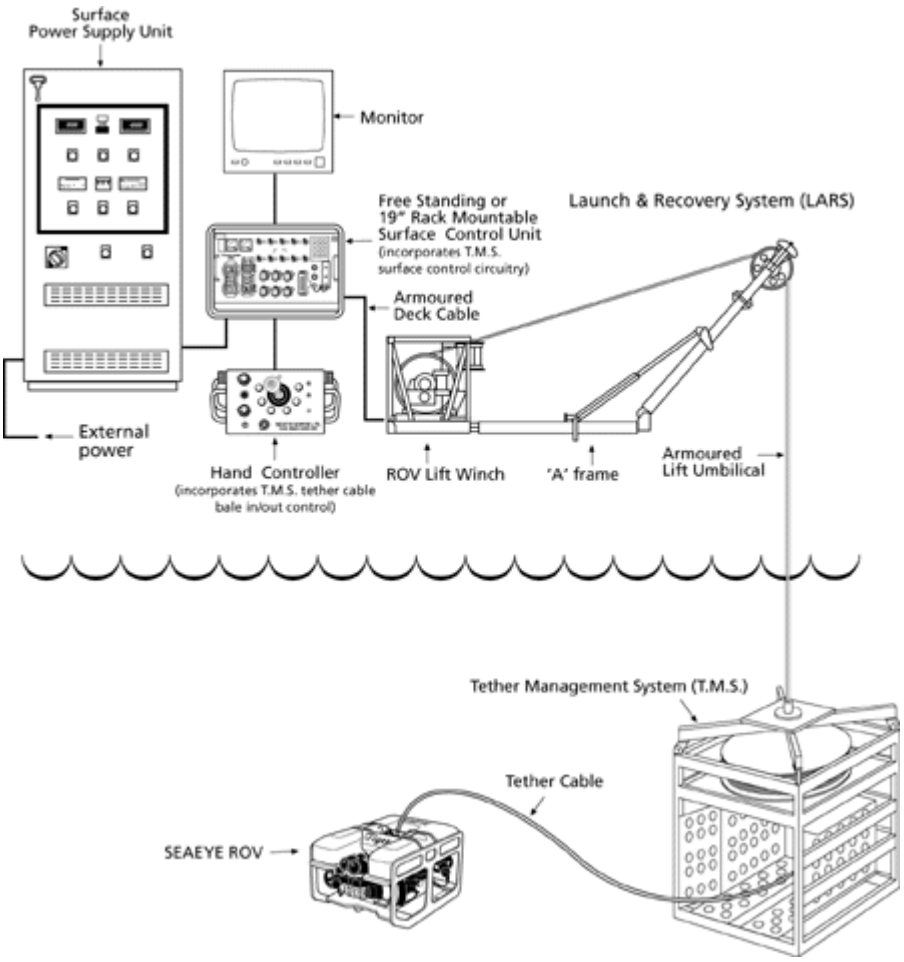


عنصر حماية الكابل من الإنثناء Vertebrae Bend Restrictor

منظومات إطلاق واستعادة الغواصة الروبوتية Launch & Recovery Systems LARS



النشر والرفع اليدوي



النشر والرفع بمنظومة

Tether Management System TMS منظومة إدارة الرابط

The benefits of a TMS system include:

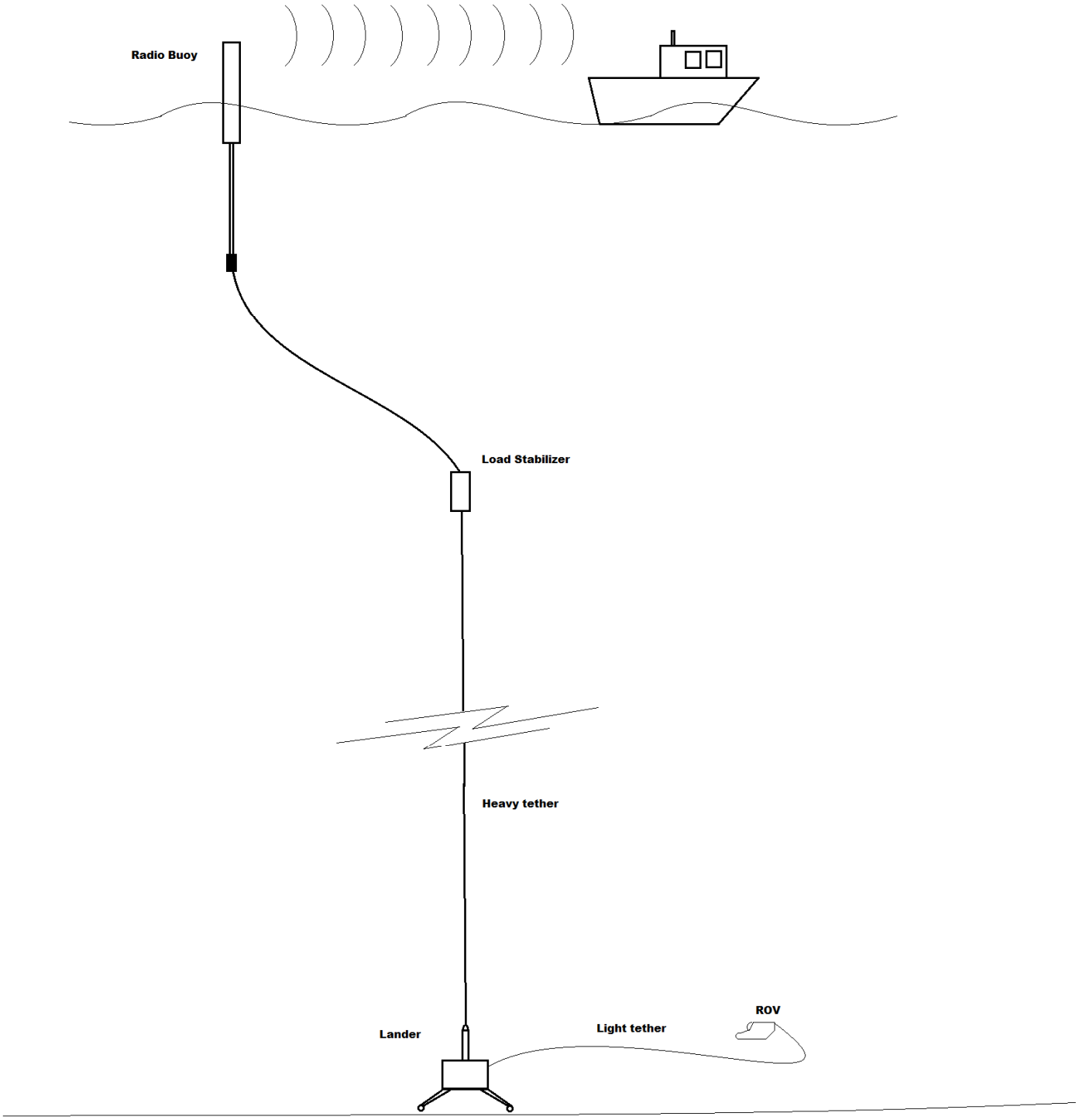
- Operations to greater depths
- Elimination of the effect of considerable drag forces on the umbilical at greater depths

- Protection of the ROV during launch and recovery through the splash zone

- Faster deployment to the working depth governed only by the speed of the winch, rather than the rate at which a free swimming ROV could dive using its vertical thruster(s).
- A safe haven at depth for the ROV between tasks.

فوائد استخدام منظومة TMS :

- التشغيل لأعماق أكبر .
- القضاء على تأثير قوى السحب الكبيرة على الكابل السُري في الأعماق الكبيرة .
- حماية المركبة خلال إطلاقها واستعادتها عبر منطقة Splash Zone .
- سرعة الوصول إلي العمق المطلوب تعتمد بالأساس علي سرعة الرافعة Winch بالإضافة إلي معدل الغوص الحر للمركبة بواسطة محرك الدفع الرأسي Vertical Thruster
- يمثل ملاذ آمن للمركبة بين مهمة وأخري .



نموذج لمنظومة تستخدم الربط بموجات الراديو

الإطار الخارجي Frame

الإطار الخارجي هو المجمع والرابط الأساسي بين العناصر السابقة , وحيث أنه من المفضل تصميم المركبة لتكون قابلة للتجميع Modular بحيث تسهل عملية النقل فيفضل أن يكون الإطار قابلا للتجميع أيضاً .

يجب أن يعمل علي تقليل إعاقة دفع الرفاصات Limiting Obstructions To Thrust .

استخدام مواد أقل يعني حجم أقل وسحب أقل ويسمح بالوصول السهل إلي المكونات الداخلية .

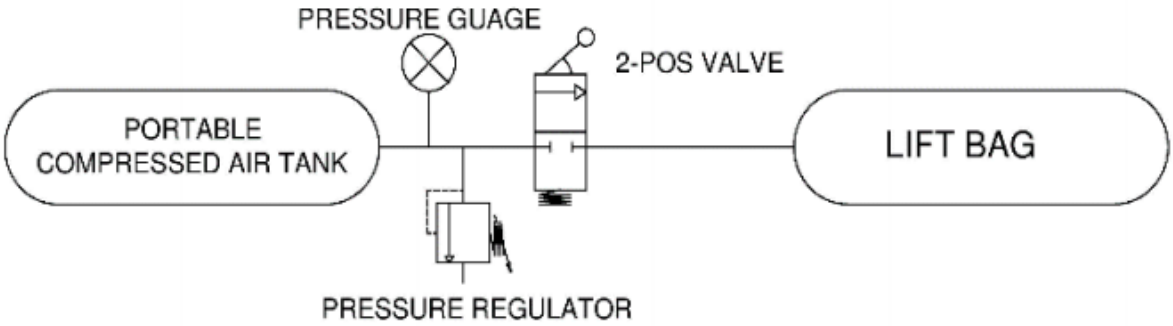
Less material equates to less bulk, less drag, and allows for easier access to components.

الإضاءة Lights

كلما زاد العمق زاد الظلام حتي في مياه البحار الصافية ولذا تظهر الحاجة لإضاءة قوة وفعالة للحصول علي صورة واضحة للكاميرا . وعادة ما تستخدم لمبات من النوع LED لكفاءتها وانخفاض استهلاكها للطاقة.

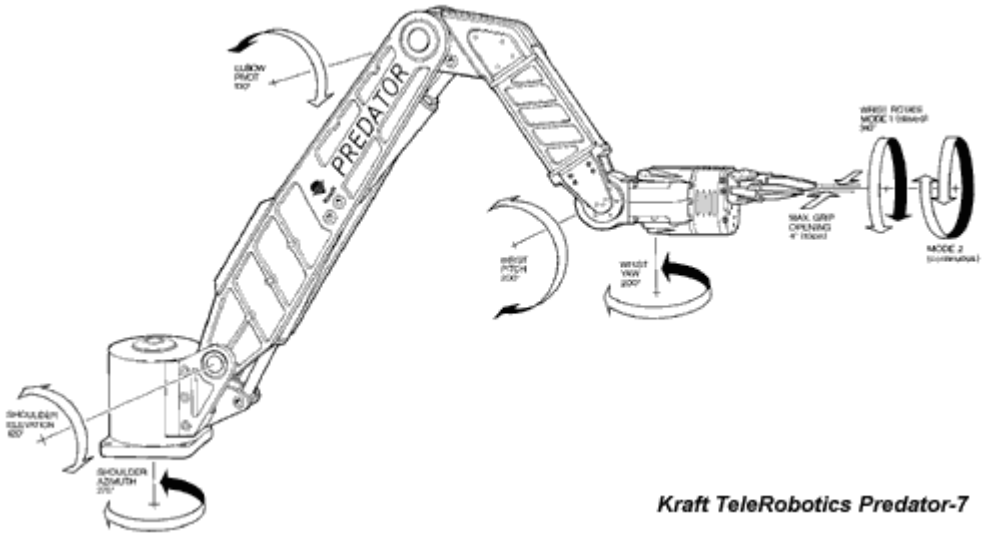
كيس الطفو Lift Bag

لإلتقاط أجسام سقيلة من القاع يتم تثبيت كيس طفو Lift Bag بها ثم نفخه بهواء مضغوط من اسطوانة علي متن الغواصة الروبوتية ، فيسحب الكيس الجسم الثقيل لأعلي سطح المياه . يجب أن يتوفر في الغواصة الوسيلة أو التكوين الميكانيكي الذي سيسمح بتثبيت كيس الطفو بالجسم المطلوب سحبه لأعلي السطح .



منظومة نفخ كيس الطفو

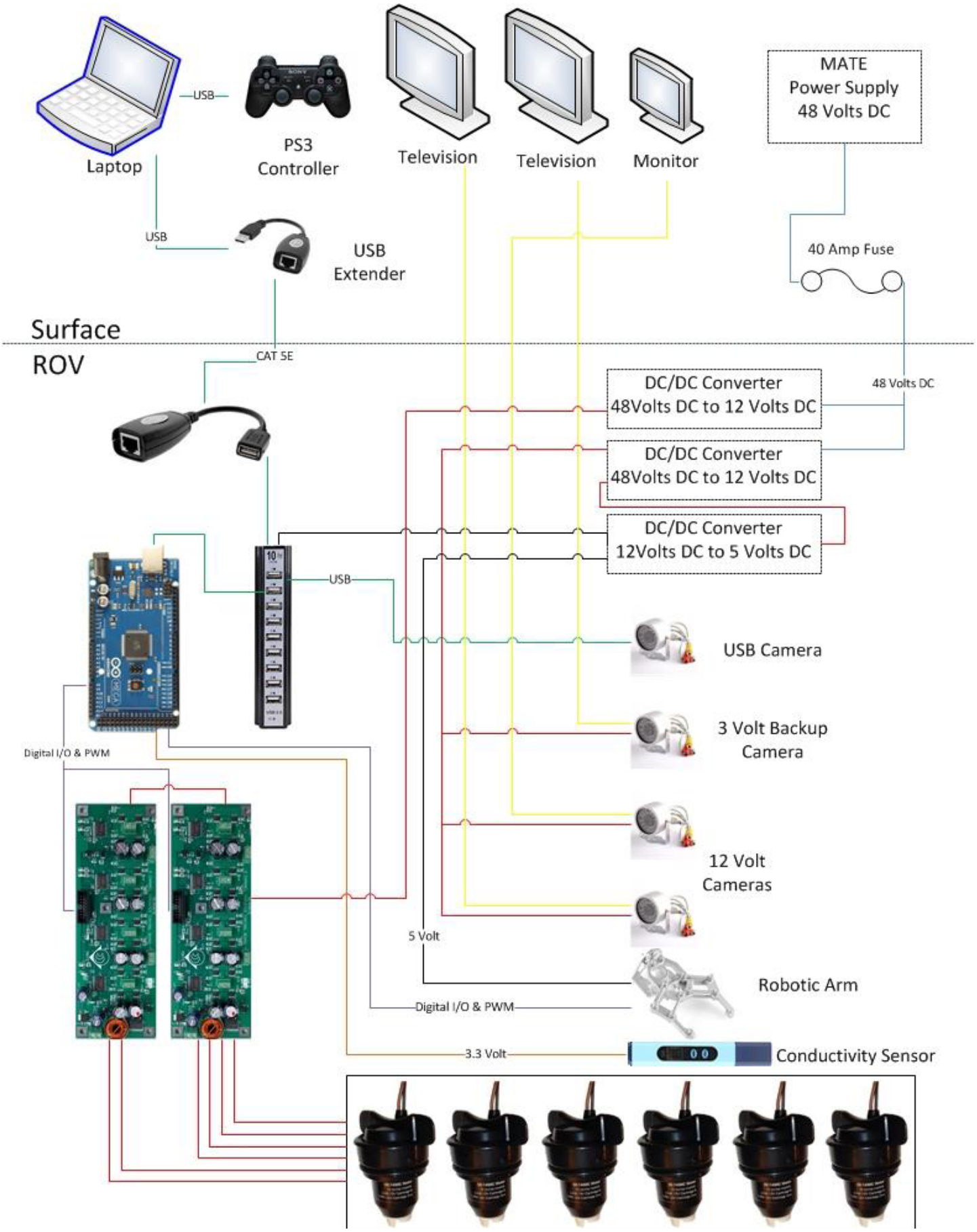
ذراع الميكانيكي للمركبة (ذراع روبوتيه Robotic Arm)



Kraft TeleRobotics Predator-7

تعمل كذراع إمساك Grabber لتناول أشياء من قاع البحر أو قد تحتوي علي أداة لتنفيذ مهمة أسفل المياه مثل أدوات القطع واللحام والفك والتركيب . ويتحدد نوعه من خلال عدد درجات الحرية .

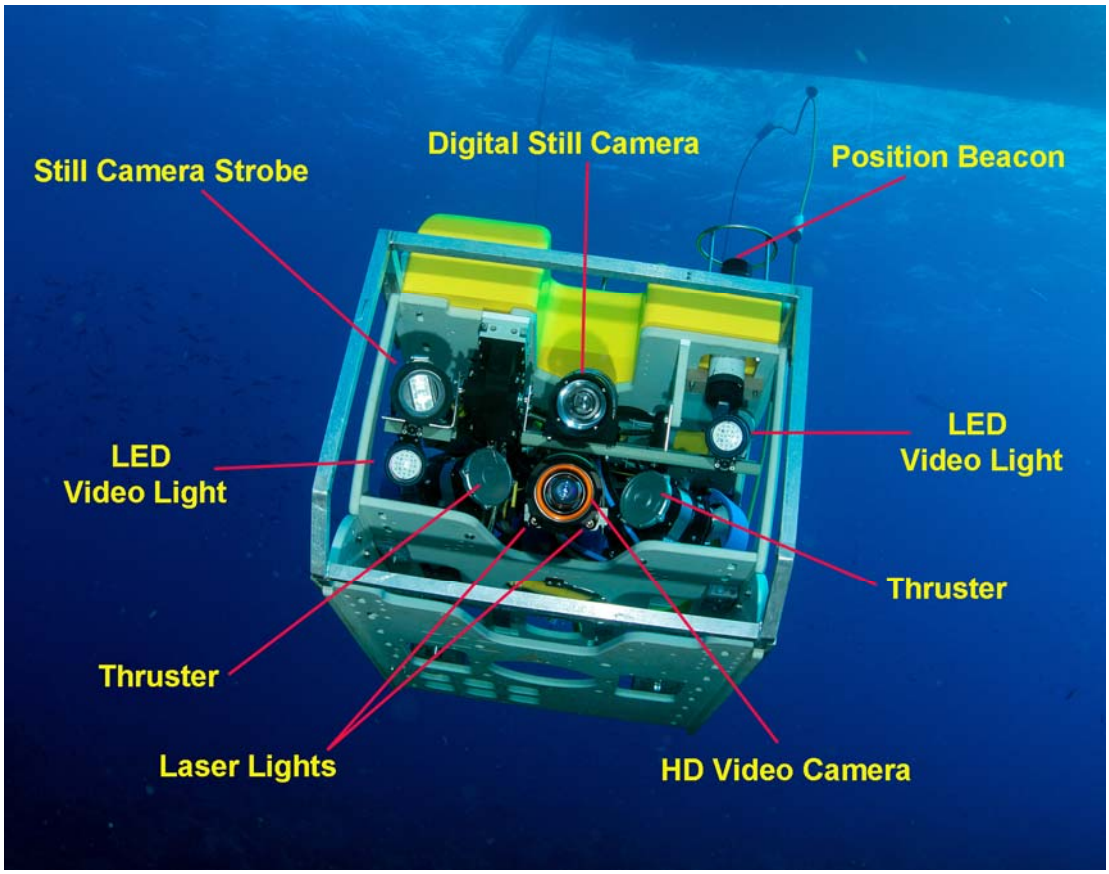
المخطط المتكامل للمنظومة System Integration Diagram SID

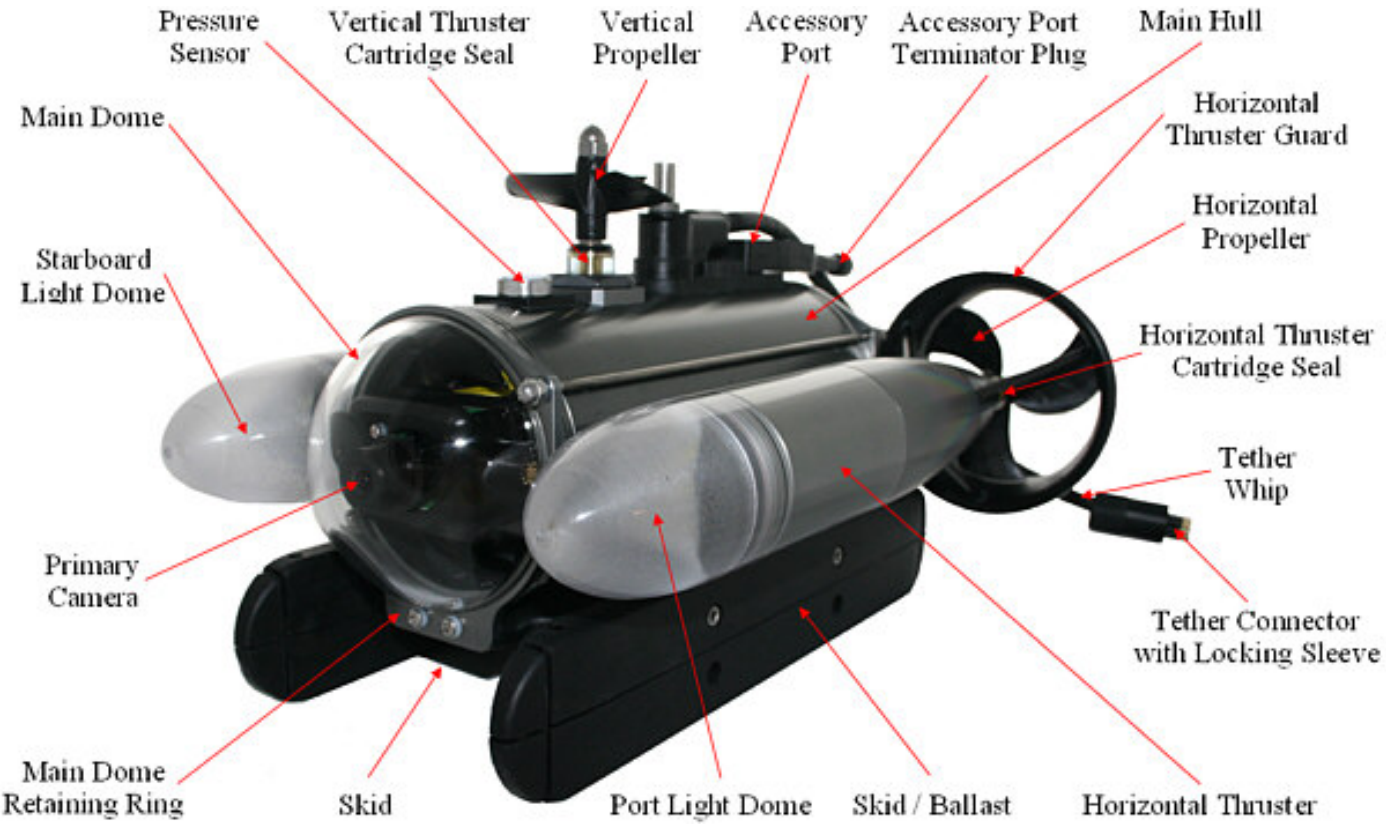


نموذج لمخطط متكامل لمنظومة غواصة روبوتية ROV

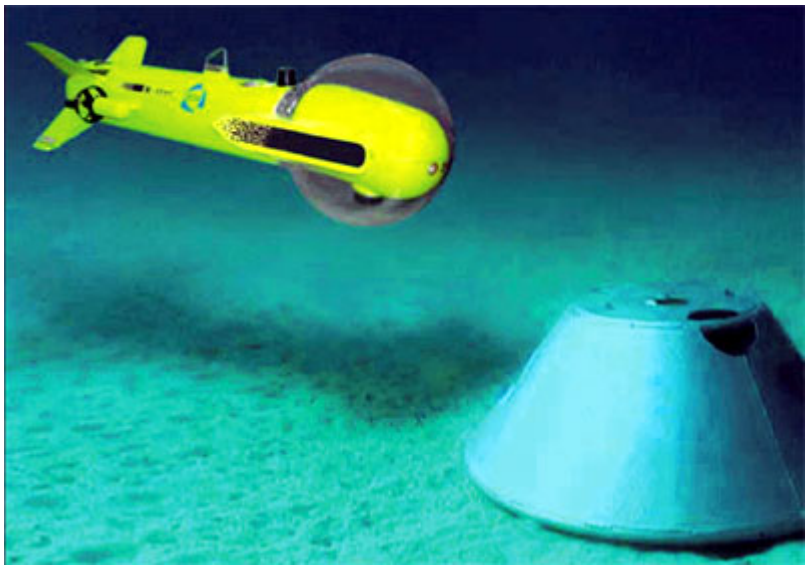
مسابقات الغواصات الروبوتية

- المسابقة الدولية MATE ROV COMPETITION . علي الموقع الإلكتروني /http://www.marinetech.org .
- المسابقة المصرية ROV Egypt Competition .


Still Camera Strobe
Digital Still Camera
Position Beacon
LED
Video Light
LED
Video Light
Thruster
Thruster
Laser Lights
HD Video Camera


Pressure Sensor
Vertical Thruster Cartridge Seal
Vertical Propeller
Accessory Port
Accessory Port Terminator Plug
Main Hull
Main Dome
Horizontal Thruster Guard
Horizontal Propeller
Starboard Light Dome
Horizontal Thruster Cartridge Seal
Tether Whip
Primary Camera
Tether Connector with Locking Sleeve
Main Dome Retaining Ring
Skid
Port Light Dome
Skid / Ballast
Horizontal Thruster

MKII



SeaOtter-2
SeaOtter-2
SeaOtter-2

مصطلحات

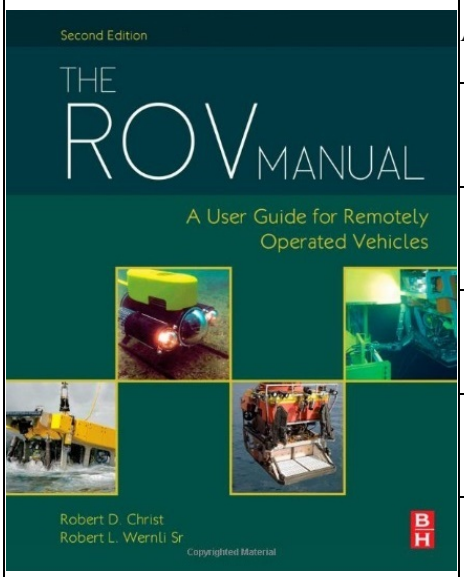
	English	عربي
	AUV	الغواصة الآلية المتكاملة
	Center of Buoyancy	مركز الطفو
	Center of Gravity	مركز الثقل
	Degrees Of Freedom DOF	درجات الحرية
	Free Swimming	السباحة الحرة
	Heave Motion	حركة الرفع
	Manipulator	يد ميكانيكية
	Negative Buoyancy	طفو سلبي
حالة ثالثة بين حالة الغرق و حالة الطفو	Neutral Buoyancy	طفو حيادي حالة التعليق
	Onboard Sensor	حساسات علي متن المركبة
	Operator	مشغل
	Passively Stable ROV	استقرار سلبي
	Pitch Rotation	حركة منحدرة
	Positive Buoyancy	طفو إيجابي
	Propulsion System	نظام الدفع
المركبات العاملة تحت الماء بالتحكم عن بعد	Remotely Operated Vehicles ROV	مركبة مسيرة عن بعد تحت الماء الغواصة الروبوتية
	Roll And Pitch Stability	اتزان الإنحدار والدوران

	Roll Rotation	دوران
	Splash Zone	
	Surface Control Console (SCC)	وحدة تحكم سطحية
	Surface Control Station	وحدة تحكم سطحية
	Surge Motion	حركة الصعود
	Sway motion	حركة الإمالة
	Tether	الرابط الرسن
	Tether Management System TMS	
	Thruster Control Board	لوحة تحكم الدافع
	Thrusters	الدَافِعات (محركات الدفع) – الرفاصات
	Umbilical Bend Control	التحكم في انثناء الكابل السري
	Umbilical Cord	الكابل السُري
	Vertical Thruster	محرك الدفع الرأسي
	Water Proof	ضد الماء
	Yaw Motion	حركة الإنعطاف

المصادر

http://www.homebuiltrovs.com/howtobuoyancytips.html	1
https://www.researchgate.net/publication/262565789_Design_Construction_and_Control_of_a_Remotely_Operated_Vehicle_ROV	2
http://www.marinetech.org/files/marine/files/ROV%20Competition/International%20Competition/2014%20tech%20reports/EXPLORER/EXPLORER/Alpena%20Community%20College/ACC_Technical_Report.pdf	3

من الكتب الهامة المتعلقة بالموضوع

The ROV Manual: A User Guide for Remotely Operated Vehicles Robert D Christ،Robert L. Wernli, Sr					1
http://www.libramar.net/news/the_rov_manual_a_user_guide_for_remotely_operated_vehicles/2014-01-12-1131					2
		Author(s)	Robert D. Christ, Robert L. Wernli, Sr.		3
		Publisher	Elsevier Science		
		Date	2013		
		Pages	679		
		Format	pdf		
		Size	68.3 Mb		

اقرأ أيضا

كتاب "الرجل الحديدي أصبح حقيقة" .

كتاب التحكم في المعدات بإشارات المخ" .

صفحات نقترحة

الجديد في الأجهزة Instruments .

محاكاة Simulation للأجهزة والمعدات .