

各問題の末尾の【参照】は、当協会が刊行している「船舶電気装備技術講座」の掲載場所を示しています。

【高圧電気設備編】

問1. 船舶の高電圧設備は、従来、作業船、客船、特殊船などに多く採用されてきたが、最近では大型コンテナ船、LNG船やフェリーなどの一般商船にも採用されることが多い。実際に採用される場合の適用例について述べた文中の 内に最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。（10点）

〔解答〕 問題文の に記載する。

(1) 船舶に使用される高圧電気設備は、作業船から商船や客船に至るまで極めて範囲が広くそれぞれ使用目的・条件が異なっている。また、船舶特有の塩害・**振動**・高温・**高湿** など種々の環境条件の違いがあり、これに対応した信頼性のある電気設備でなければならない。

(2) 電気推進

電気推進装置は、原動機関に加え電気動力機械と **制御機械** が必要で、設備費が高価なため一般に採用される例は多くはないが、特殊な目的に対しては電気推進の **優位性** が認められてきている。

(3) 一般船舶関係

コンテナ船などにおける高圧電気設備は、近年の大型化に伴い、搭載される冷凍コンテナ数の増加と主機の大型化に伴う電動補機容量の増加により、**総発電容量** が増大し、9MW～12MW というものまで現れてきた。これらの船の場合、一般には発電機やバウスタのような大容量補機は、**6.6** kV を採用し、その他の船内の一般補機や冷凍コンテナには降圧変圧器を介して **440** V を給電するものが多い。

(4) 作業船

作業船、特に^{しゅんせつせん}浚渫船は浚渫・埋立作業が主な目的であるため、浚渫地点又は各地港湾を期間ごとに移動している。このため陸上から **高圧受電** する場合は、その港湾又は浚渫地点が所属する供給電力会社によって電源の周波数が異なることがあり、また電源電圧も浚渫船に必要とされる電圧及びその **所要電力** を容易に得られない場合がある。この傾向は浚渫船が大型化し、受電電力が大きくなるにつれて困難になる。従って、浚渫船自体に **高圧発電装置** を備え付ける事例が増えてきており、最近では殆どが自船に電源装置を装備している。

選択肢：

〔 3.3、440、220、600、6.6、動力機械、優位性、低湿、高湿、送電容量、制御機械、短所、
低圧受電、高圧受電、所要電力、負荷電力、高圧発電装置、高圧送電装置、総発電容量、振動 〕

【 1. 高圧給電一般 1.1 概説（1頁）及び 1.6 高電圧設備の適用（19頁）参照 】

問2. 次の文章は船舶の高圧電気設備の保護装置等（NK鋼船規則H編）について述べたものである。

文中の空欄 内に最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。（0.5×10=5点）

〔解答〕 問題文の空欄 に記載する。

(1) ヒューズは **過負荷** 保護に使用してはならない。

(2) 発電機には、発電機内部故障及び発電機と発電機用遮断器の間の電氣的故障から回路を保護す

るために、**比率差動継電器** を設けなければならない。

- (3) 発電機の励磁系は、故障機を自動的に **無励磁** にし得るようにしておかなければならない。
- (4) 回転機に装備される巻線の温度検出器回路には、**過電圧** から保護するための手段を備えなければならない。
- (5) 変圧器の一次側の短絡保護は、原則として、**多極遮断器** によらなければならない。
- (6) 並列運転される変圧器では、一次側の保護装置が作動したとき **二次** 側のスイッチが自動的に切れるようにしておかなければならない。
- (7) 単一の電力消費機器、例えばバウスタスタ等が、昇圧変圧器により高圧給電される場合は、変圧器の **低圧** 側で保護することができる。
- (8) 高圧回路から降圧変圧器を通じて給電される低圧回路は、混触により **高圧** がかかるおそれのないようにしなければならない。
- (9) すべての系統には、可視可聴の **地絡** 警報装置を備えなければならない。
- (10) 中性点低インピーダンス接地方式又は中性点直接接地方式を採用する回路は、地絡故障回路を **自動的** に切り離し得るものでなければならない。

選択肢： [負荷側、発電機側、無励磁、手動、自動的、過負荷、過励磁、地絡、比率差動継電器、
単極遮断器、多極遮断器、二次、高圧、低圧、過電圧]

【 1.4 配電方式 1.4.3 配電関係規則 (c) 保護装置等 (11 頁) 参照 】

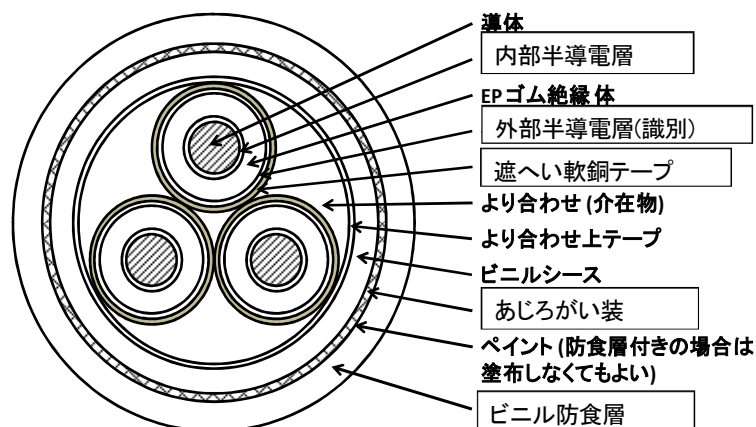
問 3. 下図は、JISC3410 : 2018 で規定されている「3 心船用高圧ケーブル」の構成例を示している。

□ の中にその構成部の名称を記入せよ。(5 点)

[解答] 図中の □ に記入する。

(注) 下図は JIS C 3410 : 2018 で規定されている 6/10kV EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ビニル防食ケーブルの構成例を示す。

3.6/6kV EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ビニル防食ケーブルの場合も構成は全く同じであるが、絶縁体やシース等の厚さが異なり、その分仕上がり外径が小さい。



注記 識別は、半導電性テープ又はその他適切な方法による。

6/10 kV TPYCY
6/10 kV FA-TPYCY

3 心船用高圧ケーブル

【 5.2 高圧ケーブルの構成例 (b) 3 心ケーブル (34 頁) 参照 】

問4. 高圧ケーブルの敷設について、日本海事協会（NK）鋼船規則 H 編で定められている留意事項の要点を簡潔に5つあげよ。（解答は、解答欄の範囲内にまとめる。）（5点）

〔解答〕次の中から5つを記載する。検定試験では、下記7つの標準解答のアンダーライン部分を求める。

- (1) 高圧ケーブルは、金属シース又は金属がい装を持つものでなければならない。金属シース又は金属がい装のいずれをも持たないケーブルを使用する場合は、全長にわたり、金属製又は導電性を有する非金属製のダクト又は管で保護しなければならない。これらのダクト及び管は、電氣的に連続させ接地しなければならない。
- (2) 電圧の異なる高圧ケーブルを同一のダクト又は管内に敷設してはならない。なお、これらのケーブルを同一のトレイ上に敷設することは差し支えないが、この場合、これらのケーブルは少なくとも規定の裸母線間の空間距離（高い電圧側の値によること）以上離し、かつ、別個のケーブルバンドによって固定しなければならない。
- (3) 高圧ケーブルは、低圧回路のケーブルとはできる限り離し、外傷を受けるおそれの少ない場所に敷設しなければならない。なお、これらのケーブルは、同一のトレイ、ダクト又は管内に敷設してはならない。
- (4) 高圧ケーブルは、居住区域をできる限り通過させないようにしなければならない。やむを得ず通過させる場合は、全閉形の電線管等により全長にわたり保護しなければならない。
- (5) 高圧ケーブルの端末及び接続部は、ケーブル構成材料に悪影響を及ぼすおそれのない材料とし、電氣的事故を生じないように適当な絶縁材料により可能な限り保護されなければならない。
- (6) 端子箱内で導体が絶縁されない場合は、適当な絶縁材料の遮蔽物により大地間及び相間を分離しなければならない。
- (7) 高圧ケーブルには、見やすい位置に高圧の表示又は色別を施さなければならない。

【 6.2 高圧ケーブルの敷設 6.2.2 高圧ケーブルの敷設電路（49、50頁）参照 】

【自動制御と遠隔制御編】

問5. 機関区域無人化船は、出入港時を含むすべての航海状態のもとで、常時機関当直に従事している船舶と同等の安全性が確保されるように設計し設備されなければならない。下記は「同等の安全性」を列挙したものである。文中の空欄 内に最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。（0.5×10=5点）

〔解答〕問題文の空欄 に記載する。

- (1) 機関の当直者なしに 時間連続して機関の運転ができる推進装置の設計がされていること。
- (2) 船橋から簡単な操作で、 の安全な運転及び監視ができるよう遠隔制御装置及び操舵装置が設けられていること。
- (3) 推進装置及び関連する重要な補機器の運転及び監視ができる が設けられていること。
- (4) 機関の異常状態の発生による の防止及び被害の を防止するための設備が設けられていること。
- (5) 推進に直接関係のある補機器の故障の場合、 を停止させないように、予備機の自動発停を行うか、あるいは警報装置を備えること。

- (6) **船橋**、制御場所、機関室及び機関士居住区域に通信装置（通話装置及び警報装置）を備えること。
- (7) 機関室の **火災探知**、防火等にあっても特別な考慮を払うこと。
- (8) 予備の発電機を備え、運転中の発電機に異常が生じた場合、予備発電機が **自動始動** すること。
- (9) 機関室に **ビルジ** 警報装置を備えること。

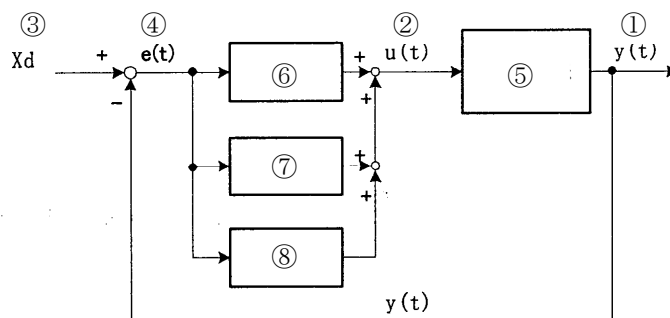
選択肢：

24、48、推進機関、漏電、制御場所、異常、主機、機関士、火災探知、波及、船橋、自動停止、自動始動、機関長、ビルジ、損傷、補機器

【 1. 船舶自動化の動き 1.2 NK 規則における機関設備の付記符号

1.2.1 M0 船の基本的な考え方及び必要な設備、機能等 (2、3 頁) 参照 】

問 6. 下図は「比例+積分+微分制御 (PID 制御)」の構成図を示したものである。① ~ ⑧について、信号名及び制御要素を表の解答欄に記入せよ。(8 点)



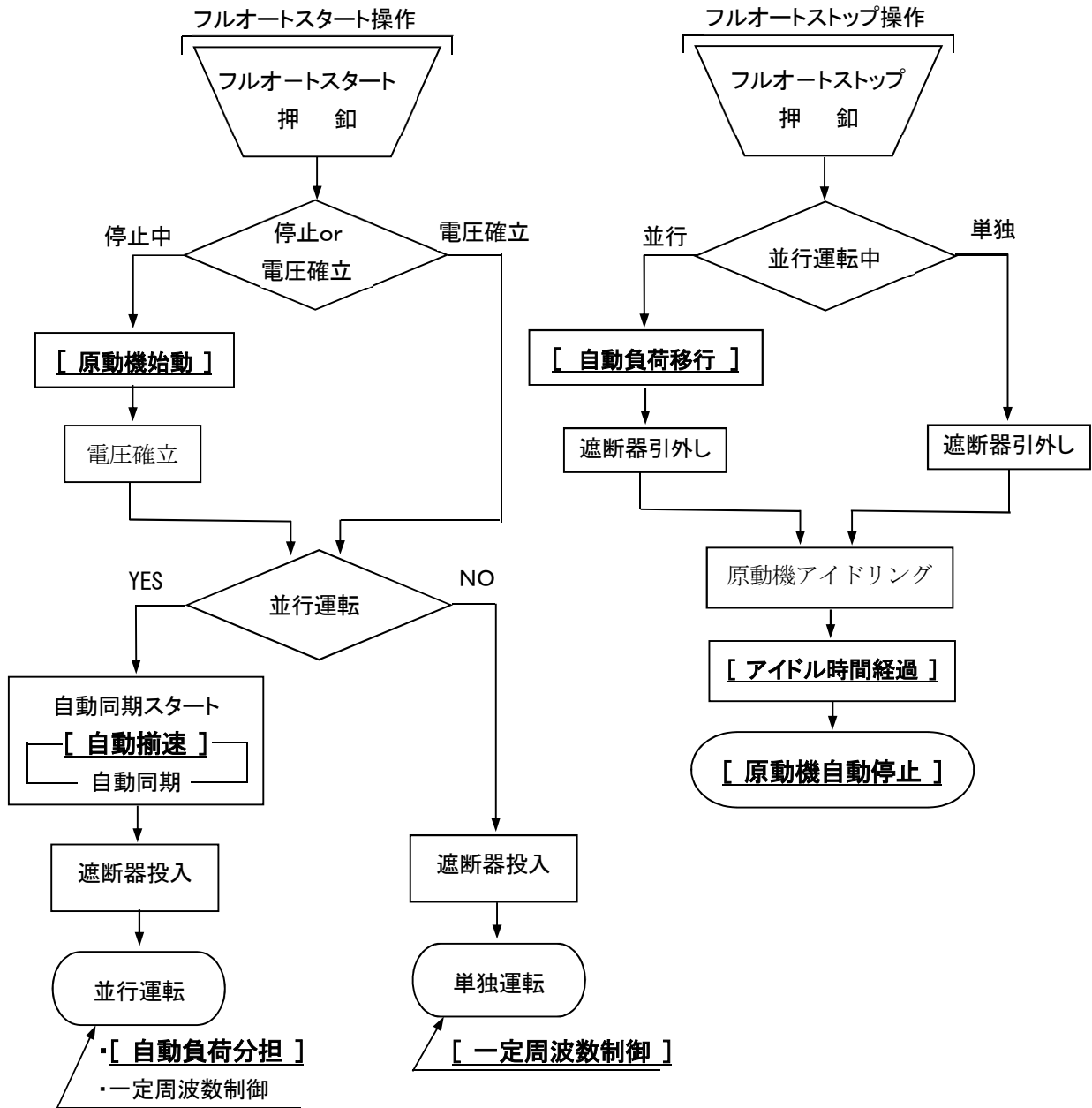
[解答] 表中の解答欄に記載する。

①	制御量	②	操作量	③	目標値	④	誤差信号
⑤	制御対象	⑥	比例要素	⑦	積分要素	⑧	微分要素

【 5.3.6 比例+積分+微分制御 (PID 制御) (25 頁) 参照 】

問 7. 下図は、原動機自動始動回路と発電機の自動同期、自動負荷分担装置の組み合わせによる発電装置のワンタッチプログラム制御のフローチャートの一例を示したものである。フローチャート中の [] 内に最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。(7 点)

[解答] 図中の解答欄に記載する。



- [選択肢]
- | | | |
|---------|----------------------------|-----------|
| ① 自動切換 | ② アイドル時間経過 | ③ 一定周波数制御 |
| ④ 原動機始動 | ⑤ 単独運転 | ⑥ 自動負荷移行 |
| ⑦ 遮断器投入 | ⑧ 自動揃速 <small>せんそく</small> | ⑨ 原動機自動停止 |
| ⑩ 自動同期 | ⑪ 自動負荷分担 | ⑫ 電圧消失 |
| ⑬ 並行 | | |

【 9. 船舶の自動制御と遠隔制御 9.1 発電設備の自動制御 9.1.3 応用例 (85 頁) 参照 】

問 8. 次の文章は、1号発電機に2号発電機を並列投入した後の自動負荷分担について述べている。

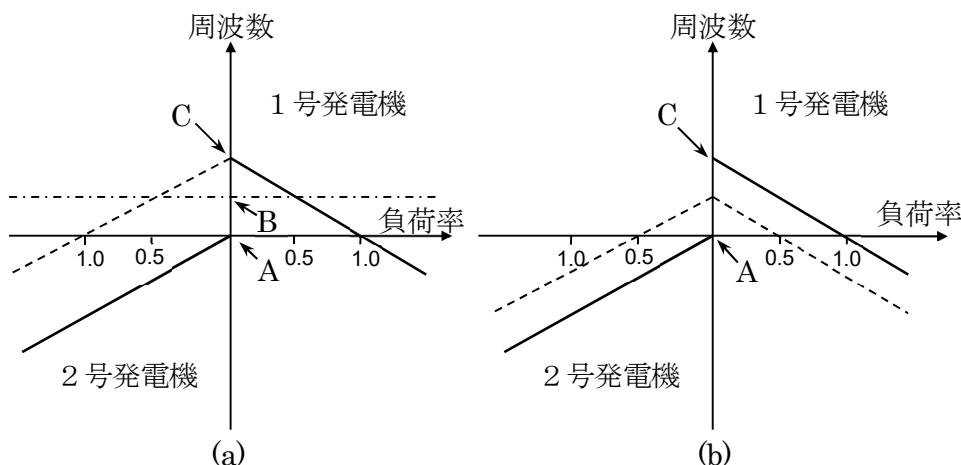
文中の空欄 の中に、適切な語句を記入せよ。(7 点)

[解答] 問題文中の 内に記入する。

1号発電機に2号発電機を並列投入した場合は下記の図のように2号発電機は **無負荷** 運転であり、2号発電機のカバナを **増速** 方向に制御して負荷分担を行わなければならない。

このとき2号発電機のカバナのみを制御し、電力分担が行われた時点における系の周波数は **B** 点となる。したがって2号発電機の負荷分担に応じて1号発電機カバナを **減速** 方向に制御し、**負荷分担** 後の周波数は常に **A** 点（定格周波数）になるようにする。動作中は常に **一定周波数制御** が行われ、電力不平衡分があるときはこの偏差量に応じて電力比較回路が動作する。

【2台の発電機 負荷分担説明図】



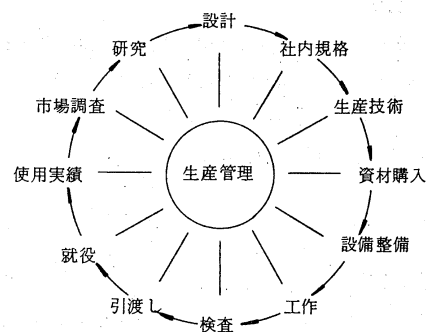
【9. 船舶の自動制御と遠隔制御 9.1 発電設備の自動制御 9.1.2 自動負荷分担装置（84頁）参照】

【電装生産管理編】

問9. 次の文章は生産管理の目的とあり方について述べたものである。文中の空欄 内に最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。（8点）

〔解答〕 問題文の空欄 に記載する。

- (1) 設計、資材、工作、艤装、設備、労務など複雑な **生産要素** を総括し、生産目的に向けて集中させ、生産を円滑に進め **品質** の保証、納期の確保、適切な **価格** により客筋の信用を保持することを目的とする。
- (2) 組織は必要であるが、**中小企業** では一般的に組織よりは、人に依るところが大である。したがって活動的な技術者を中心とした単純な **最小限** の組織に編成し、作業内容に適合した名称とすることが望ましい。
- (3) 生産管理は右図に示すような活動を繰り返す。
その間品質管理により品質の保証と原価の **低減** を、
工程管理により原価の把握と **納期** の確保を、資材管理により生産工程に支障を生じないよう資材を準備し **在庫量** の調整による無駄な費用を少なくすることなどが図られる。



選択肢： [品質、計画、低減、中小企業、購入、流用、活用、確保、価格、準備、
大企業、納期、管理、生産要素、決定、在庫量、最小限]

【 2. 船舶における電装生産管理 2.5 生産管理 2.5.1, 2.5.4, 2.5.5 (8, 10 頁) 参照 】

問 10. 次の文章は、設計管理の考え方を述べたものである。文中の空欄 内に最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。(7 点)

[解答] 問題文中の の中に記入する。

(1) 設計管理の方針

設計は、 がより早く、よりしやすく、より安全に、かつ、 面でも低減化を図るのが望ましく、理想であるから、その設計内容は に合致して、経済的にバランスのとれたものとする。従って、これに適合した管理方法をとる必要がある。

(2) 設計管理の合理化

設計の簡略化、 のためには、予め作成した の組合せ編集、ユニット化、修正原図の流用などを考慮し、また、計算業務の能率化を図るためにもパソコンの活用などを考慮する。

(3) 設計管理の標準化

設計、電装工事関係の は経済性、有用性、 を柱とし、これに信頼性、耐久性、保守互換性をリンクさせて、その上に成り立った標準を必要に応じて規格化する。

選択肢：

[安全性、適性化、標準化、資材、合理化、信頼性、低減化、生産価格、経済性、標準図、迅速、注文仕様、能率、生産作業、購入価格]

【 4.2 設計管理の考え方 (20 頁) 参照 】

問 11. 工程管理は、建造過程の各生産工程における生産能力及び状態を正確に把握し、それにもとづき適正な生産計画を立て生産が納期内で能率よく推進できるようにすることを目的としている。

工程管理には、計画段階の「日程管理」と「時数管理」及び実施段階の「進捗管理」と「能率管理」がある。それぞれの「目的」について述べよ。(4 点)

[解答]

(1) 日程管理 (工程管理)

工事の日程計画を立て、この計画を遂行することにより目標とする期限を確保する。

(2) 時数管理 (工数管理)

工事の工数計画を立て、この計画を遂行することによって計画された利益を確保する。

(3) 進捗管理 (工程統制)

工事計画による工事を実施中、計画と実績を対照しながら調整、修正を加えて計画された日程を維持達成する。

(4) 能率管理 (時数統制)

時数計画による工事を実施中、計画と実績を対照し、工事の進捗が計画どおりでない場合は、その原因を調査して対策を講じ計画された時数以内でその工事を達成する。

【 5 工程管理 5.4(1)、5.5(1)、5.6(1)、5.7(1) (29～31 頁) 参照 】

問 12. 電装の工数の計画時間算定には、通常次の経験式が使用されることが多い。経験式の各項の意味するところを述べるとともに、経験式の内容についてその概要を述べよ。(5点)

$$h = L \times \eta$$

[解答]

h: 計画時間 (単位は時間)

η : 能率 (布設ケーブル1m 当りに換算した電装工事の所要時間) (単位は時間/m)

L: 使用ケーブルの合計長 (単位は m)

【概要】

ケーブルの使用量を電気艚装工事の管理量とし、能率 η は電装工事の所要時間を布設したケーブルの長さで割った指標であり時間で表される。この η の数値は船種、電気設備の規模、適用規則、作業の能率により異なる経験値である。

【 5. 工程管理 5.5 時数管理 (工数管理) (3) 管理の考え方 (30 頁) 参照 】

【 SOLAS 条約と国内関連法規編】

問 13. 下記の文章は、SOLAS 条約「附属書第 II-1 章 構造 (構造、区画及び復原性並びに機関及び電気設備)」及び「第 II-2 章 構造 (防火並びに火災探知及び消火)」で用いられる用語の定義を述べている。文中の空欄 に適切な語句を記入せよ。(6点)

[解答] 問題文の空欄 に記載する。

(1) 「操舵装置制御系統」(2点)

船橋から操舵装置の に命令を伝達する装置をいう。操舵装置制御系統は、発信機、受信機、制御用油圧ポンプ並びにこれらに関連する電動機、電動機制御器、管及び から成る。

【 2.2 定義 第 II-1 章 構造 (構造、区画及び復原性並びに機関及び電気設備) 第 3 規則 定義 1 (9 頁) 参照 】

(2) 「正常な稼働状態及び居住状態」(2点)

操舵能力、航行の安全、火災及び に対する安全、船内及び船外の通信及び信号装置、脱出設備及び非常端艇用ウィンチ並びに計画された快適な居住性を確保する船舶全体並びにその機関、設備、手段及び装置が作動し、かつ、正常に している状態をいう。

【 2.2 定義 第 II-1 章 構造 (構造、区画及び復原性並びに機関及び電気設備) 第 3 規則 定義 5 (10 頁) 参照 】

(3) 「非常配電盤」(2点)

主電力供給系統の故障の場合に、非常電源又は により直接電力が供給され、非常設備に を分配するための配電盤をいう。

【 2.2 定義 第 II-1 章 構造 (構造、区画及び復原性並びに機関及び電気設備) 第 3 規則 定義 11(10 頁) 参照 】

問 14. 次の文章は、SOLAS 条約(附属書第 II-1 章 E 部)に規定されている「定期的に無人の状態に置かれる機関区域の警報装置」の抜粋である。文中の空欄 内に最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。(9 点)

〔解答〕 問題文の空欄 に記載する。

1. 警報装置は、注意が必要なすべての故障を示すものとし、次の規定に適合するものでなければならない。
 - (1) 主機関制御室又は推進機関制御場所において可聴警報を発し、かつ、機関室内の適当な位置において **故障箇所** を示す可視警報を発する。
 - (2) 機関士公共室に及び少なくとも機関士のキャビンの一に接続させるために **選択スイッチ** を介してそれぞれの機関士のキャビンに接続する。
 - (3) 当直中の職員の行動又は注意を必要とするすべての状態について、船橋において **可視可聴警報** を発する。
 - (4) 実行可能な限り、**フェイル・セーフ** の原則に従って設計する。
 - (5) 警報が限られた時間内にそれぞれの場所で確認されない場合には、この章の第 38 規則の規定により要求される **機関士呼出し装置** を作動させる。
2. 警報装置は、連続して給電するものとし、通常の電力の供給が停止したときに **予備の電源** に自動的に切り換える。
3. 警報装置に対する **通常の電力** の供給が停止した場合には、警報を発する。
4. 警報装置は、**2** 以上の故障を同時に示すことができるものとし、警報の確認により他の警報の作動を妨げることがないものでなければならない。
5. 上記 1 項に規定する場所のいかなる警報についても、その警報が発せられた場所において確認の表示を行うことができるものでなければならない。警報装置は、自動的に通常状態に復帰するものとし、また、警報は確認されるまで持続し、かつ、**可視警報** は故障が修理されるまで持続する。

選択肢：

選択スイッチ、切換スイッチ、可視可聴警報、機関士呼出し装置、予備の電源、故障箇所、通常の電力、2、3、可視警報、フェイル・セーフ、非常電源、音響警報

【 6 章 定期的に無人の状態に置かれる機関区域に対する追加の要件 (第 II-1 章 E 部)

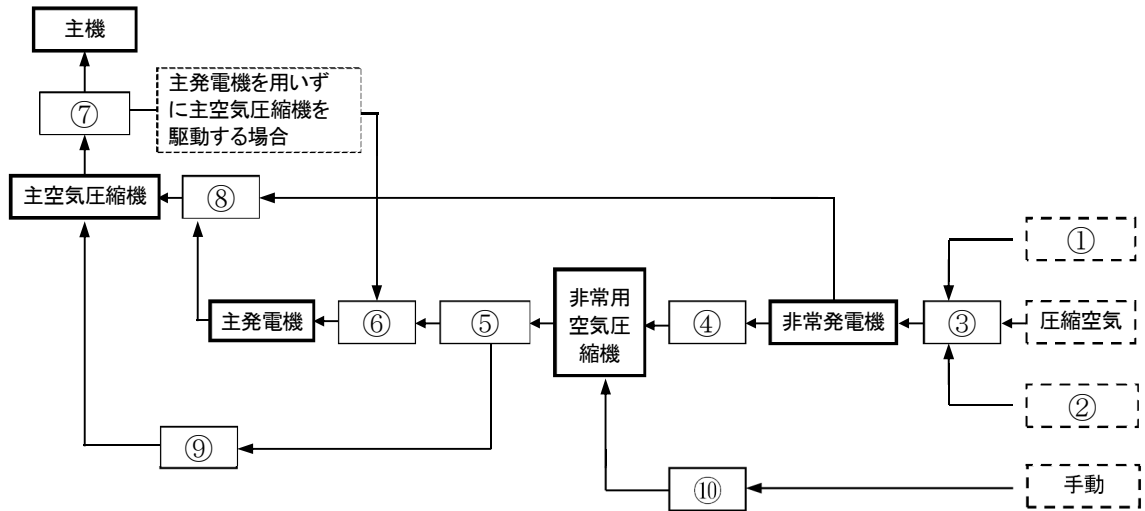
6.6 警報装置(第 51 規則)1、2、3 (84 頁) 参照 】

問 15. 下記の図は、NK 鋼船規則 D 編検査要領に述べられた「デッド・シップ状態から推進を確保するまでの始動系統」の参考図である。

デッド・シップ状態とは、動力を含むすべての機関が停止し、かつ、それらを復旧するための動力供給源(圧縮空気、始動用蓄電池など)が喪失している状態をいう。ただし、デッド・シップ状態からの復帰に非常発電機を用いる場合にあっては、非常発電機の始動動力源(始動エネルギー源)は確保されているとみなしている。

上記の内容をふまえ、図中の ① ~ ⑩ に入る最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。用語は複数回使用しても差し支えない。(0.5×10=5 点)

〔解答〕 解答欄に記載する。



選択肢：

〔圧縮空気、エコマイザ、電動機、ボイラー、始動器、補助発電機、蓄電池、手動、原動機、変圧器、操作バルブ、コントローラ〕

【解答欄】

①	②	③	④	⑤
手動	蓄電池	原動機	電動機	圧縮空気
⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
原動機	圧縮空気	電動機	原動機	原動機

【 4 章 電気設備 4.2 主電源及び照明装置(第 41 規則)1.4 〔参考〕(33 頁) 参照 】

問 16. 次の文章は、SOLAS 条約に規定されている固定式火災探知装置の配置要件について述べている。文中及び表の空欄 に適切な数値を記入せよ。(4 点)

〔解答〕 問題文中及び表の空欄 に記載する。

探知器は、最高の性能を発揮することができるように取り付ける。ビーム及び通風用のダクトの近くの場所又は気流が探知器の性能に不利な影響を及ぼし得る場所並びに衝撃及び物理的損傷の起こりやすい場所は、避けなければならない。探知器は、通路、格納庫及び階段室内を除き、隔壁から少なくとも m 離して頭上となる位置に取り付けなければならない。

火災探知器の配置

探知器の型	各探知器について認められる最大の床面積	各探知器について認められる中心間の最大距離	探知器について認められる隔壁からの最大距離
熱探知器	37 m ²	<input type="text"/> 9 m	4.5 m
煙探知器	<input type="text"/> 74 m ²	11 m	<input type="text"/> 5.5 m

【 8 章 8.3 固定式火災探知警報装置

(FSS コード第 9 章) 2.4.2 探知器の配置 2.4.2.1、2.4.2.2 (106、107 頁) 参照 】