

平成 26 年度 春期
エンベデッドシステムスペシャリスト試験
午後 I 問題

試験時間 12:30 ~ 14:00 (1 時間 30 分)

注意事項

1. 試験開始及び終了は、監督員の時計が基準です。監督員の指示に従ってください。
2. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いて中を見てはいけません。
3. 答案用紙への受験番号などの記入は、試験開始の合図があってから始めてください。
4. 問題は、次の表に従って解答してください。

問題番号	問 1	問 2, 問 3
選択方法	必須	1 問選択

5. 答案用紙の記入に当たっては、次の指示に従ってください。
 - (1) B 又は HB の黒鉛筆又はシャープペンシルを使用してください。
 - (2) 受験番号欄に受験番号を、生年月日欄に受験票の生年月日を記入してください。
 正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。生年月日欄については、受験票の生年月日を訂正した場合でも、訂正前の生年月日を記入してください。
 - (3) 選択した問題については、次の例に従って、**選択欄の問題番号を○印で囲んで**ください。○印がない場合は、採点されません。2 問とも○印で囲んだ場合は、はじめの 1 問について採点します。
 - (4) 解答は、問題番号ごとに指定された枠内に記入してください。
 - (5) 解答は、丁寧な字ではっきりと書いてください。読みにくい場合は、減点の対象になります。

〔問 3 を選択した場合の例〕

選択欄	
必須	問 1
1 問選択	問 2
	問 3

注意事項は問題冊子の裏表紙に続きます。
 こちら側から裏返して、必ず読んでください。

問 1 IC レコーダに関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

A 社は、会話、音楽などのアナログ音声信号（以下、音声信号という）をモノラルのデジタル音声データ（以下、音声データという）で録音、再生する IC レコーダの開発を行っている。IC レコーダのハードウェア構成を図 1 に示す。IC レコーダでは、音声データをフラッシュメモリに保存し、USB I/F を介して PC へ転送及び PC から格納することができる。また、ラジオを受信することができ、周波数の選択はキー操作で行う。

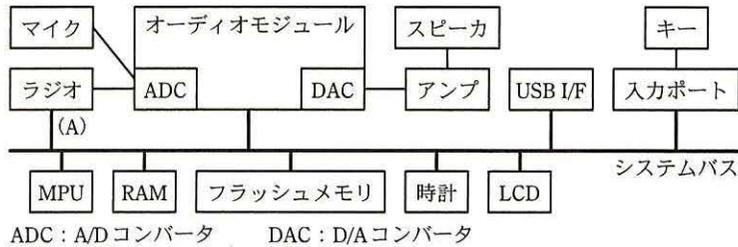


図 1 IC レコーダのハードウェア構成

〔録音機能〕

マイク又はラジオからの音声信号を、オーディオモジュールで音声データに変換し、フラッシュメモリに保存する。保存する際のファイル名は、録音開始時の時刻“年月日時分秒”とし、自動で付与する。時刻は、時刻設定機能を用いて利用者が変更できる。録音開始時には、LCD のバックライトを点灯し、録音中は録音時間を LCD に表示する。20 秒間キー操作を行わないと、LCD のバックライトを消灯する。USB 接続中は、録音できない。

〔再生機能〕

フラッシュメモリに保存した音声データを、オーディオモジュールで音声信号に変換し、スピーカーで再生する。再生音量・速度・音程（以下、出力設定値という）は、再生中にキー操作で変更することができる。再生開始時には、LCD のバックライトを点灯し、再生中は再生時間を LCD に表示する。20 秒間キー操作を行わないと、LCD のバックライトを消灯する。USB 接続中は、再生できない。

〔レジューム機能〕

再生対象の音声データの先頭 16 バイトからチェックディジットを作成する。再生を停止すると、再生停止位置、出力設定値及びチェックディジットをレジューム情報として記憶する。各音声データの初回再生時にレジューム情報用のファイルを作成する。再生停止時にレジューム情報を書き込む。次回再生時に音声データからチェックディジットを再作成し、レジューム情報の値と一致した場合は、前回の再生停止位置から同じ状態で再生する。一致しなかった場合は、レジューム情報用のファイルを削除して再作成し、音声データの先頭から再生する。音声データを最後まで再生した場合は、再生停止位置を先頭にしてレジューム情報を更新する。

〔オーディオモジュールの機能〕

オーディオモジュールには ADC, DAC, 再生と録音で共通に使う二つのバッファ（各バッファに 1 秒分の音声データを格納）が内蔵されている。オーディオモジュールで使用するドライバ関数とその処理、オーディオモジュールの動作を、表 1 に示す。

表 1 ドライバ関数の処理とオーディオモジュールの動作

関数名	ドライバ関数の処理	オーディオモジュールの動作
音声データ変換開始	オーディオモジュールの A/D 変換を起動する。	A/D 変換停止の指示があるまで次の動作を繰り返す。 <ul style="list-style-type: none"> ・マイク又はラジオからの音声信号を音声データに変換し、バッファに格納する。 ・1 秒分の音声信号の変換が完了すると、MPU に割り込み通知を送信する。
音声データ取得	1 秒分の音声データをオーディオモジュールから取得する。	<ul style="list-style-type: none"> ・バッファ内の音声データを返す。 ・バッファ内の音声データを消去する。
音声データ変換停止	オーディオモジュールの A/D 変換を停止する。	<ul style="list-style-type: none"> ・A/D 変換を停止する。 ・バッファ内の音声データを消去する。
音声データ格納	1 秒分の音声データをオーディオモジュールに格納する。	<ul style="list-style-type: none"> ・音声データをバッファに格納する。
音声信号出力開始	オーディオモジュールの D/A 変換を起動する。	D/A 変換停止の指示があるまで次の動作を繰り返す。 <ul style="list-style-type: none"> ・バッファ内の音声データを音声信号に変換し、アンプに出力する。 ・1 秒分の音声データの変換が完了すると、MPU に割り込み通知を送信する。
音声信号出力停止	オーディオモジュールの D/A 変換を停止する。	<ul style="list-style-type: none"> ・D/A 変換を停止する。 ・バッファ内の音声データを消去する。
出力設定値変更	音声信号の出力設定値を、オーディオモジュールに通知する。	<ul style="list-style-type: none"> ・指定された出力設定値で音声信号に変換する。

〔フラッシュメモリの記録領域〕

フラッシュメモリは、用途ごとに三つの記録領域に分かれている。各記録領域の用途とサイズを、表2に示す。

なお、USB で接続した PC からアクセスできるのは、音声データ記録領域だけである。

表2 フラッシュメモリの各記録領域の用途とサイズ

記録領域	用途	サイズ (Mバイト)
プログラム	録音プログラム、再生プログラムなどを格納する。	12
レジューム	各音声データのレジューム情報を保存する。	20
音声データ	録音した音声データを保存する。	3,968

設問1 ICレコーダの仕様について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 1回の録音処理は1秒以上掛かるので、連続して録音してもファイル名が衝突することはない。しかし、利用者が録音以外のある操作を行った後に録音すると、ファイル名が衝突する場合がある。ファイル名が衝突する場合の利用者の操作内容を、30字以内で述べよ。
- (2) 音声データの再生時に、チェックディジットが一致するかどうか確認をしている。これは、利用者がPCからある操作を行うことによって一致しないケースが考えられるからである。チェックディジットが一致しない原因となる利用者の操作の内容を、30字以内で述べよ。
- (3) 利用者のキー操作で音声データを削除するとき、フラッシュメモリのレジューム情報も同時に削除する。このとき、当該レジューム情報が見つからない場合がある。その場合の音声データの状態を、25字以内で述べよ。

設問2 ICレコーダのハードウェアについて、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 図1中の(A)は、ラジオに対する制御を示すインターフェースである。(A)におけるラジオのON/OFF制御の他に、ラジオ放送の受信に必須な制御内容を答えよ。
- (2) ICレコーダの仕様上の最大録音時間は何時間か。答えは小数点以下を切り捨て、整数で求めよ。ここで、フラッシュメモリの音声データ記録領域は全て

音声データに使えるものとし、録音形式は、サンプリング周波数が 48 kHz、量子化ビット数が 16 ビットで、圧縮によって 12 分の 1 のデータ量に圧縮できるものとする。また、1kHz は 1,000Hz、1k バイトは 1,000 バイト、1M バイトは 1,000k バイトとする。

- (3) 各ハードウェアの状態と各状態の動作電流を、表 3 に示す。フラッシュメモリに保存されている音声データを再生した場合の、再生開始から 60 秒間の平均消費電力 (ミリ W) を求めよ。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。ここで、音声データの録音時間は 60 秒以上あり、チェックディジットはレジューム情報の値と一致しているものとする。また、各ハードウェアの動作電圧は 5 V であり、状態の切替え時間、切替え時の動作電流、及び表 3 以外の動作電流は無視できるものとする。さらに、再生中は、各ハードウェアが常時動作し、キー操作を行わないものとする。

表 3 各ハードウェアの状態と各状態の動作電流

ハードウェア	状態	動作電流 (マイクロ A)
MPU	常時	880
RAM	常時	170
フラッシュメモリ	書き込み時	3,800
	書き込み時以外	200
オーディオモジュール	A/D 変換処理時	130
	D/A 変換処理時	130
	処理停止時	10
ラジオ	受信時	300
	停止時	10
アンプ	出力時	380
	停止時	20
LCD	バックライト点灯時	1,830
	バックライト消灯時	30

設問 3 IC レコーダのソフトウェアについて、(1)~(4) に答えよ。

IC レコーダのソフトウェアには、リアルタイム OS を用いる。IC レコーダの主要タスク一覧を、表 4 に示す。

表 4 IC レコーダの主要タスク一覧

タスク名	処理内容	
メイン	<ul style="list-style-type: none"> ・ IC レコーダ全体を制御する。 ・ キー入力、電源状態に応じて、音声録音タスク、音声再生タスクに指示を行う。 ・ 表示情報を表示タスクに送信する。 	
音声録音	開始時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 音声データのファイル名を決定し、ファイル管理タスクに送信する。 ・ 音声データ変換開始関数を呼び出す。
	処理中	<ul style="list-style-type: none"> ・ オーディオモジュールから、音声信号の変換完了の割り込み通知を受け取った場合 － <input type="text" value="a"/> を呼び出し、取得した音声データをファイル管理タスクに送信する。 － ①メインタスクに通知する。
	停止時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 音声データ変換停止関数を呼び出す。
音声再生	開始時	<ul style="list-style-type: none"> ・ レジューム情報タスクから、②レジューム情報を取得する。 ・ ①メインタスクに通知する。 ・ 出力設定値変更関数を呼び出す。 ・ ファイル管理タスクから、音声データ（再生開始位置から 2 秒分）を取得する。 ・ 音声データ格納関数を 2 回呼び出す。 ・ 音声信号出力開始関数を呼び出す。
	処理中	<ul style="list-style-type: none"> ・ オーディオモジュールから、音声データの変換完了の割り込み通知を受け取った場合 － ①メインタスクに通知する。 － ファイル管理タスクから <input type="text" value="b"/>。 － 音声データ格納関数を呼び出す。 ・ メインタスクから、出力設定値の変更指示を受け取った場合 － 出力設定値変更関数を呼び出す。
	停止時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 音声信号出力停止関数を呼び出す。 ・ 再生停止位置、出力設定値をレジューム情報タスクに送信する。
レジューム情報	再生開始時	<ul style="list-style-type: none"> ・ ファイル管理タスクから、音声データ、レジューム情報を取得する。 ・ 音声データから <input type="text" value="c"/> を作成し、レジューム情報の値と比較する。 ・ レジューム情報を音声再生タスクに送信する。
	再生停止時	<ul style="list-style-type: none"> ・ <input type="text" value="c"/> , 音声再生タスクから受け取った再生停止位置、出力設定値を、ファイル管理タスクに送信する。
ファイル管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ フラッシュメモリへの入出力を行う。 	
表示	<ul style="list-style-type: none"> ・ メインタスクから受け取った表示情報を、LCD に表示する。 ・ メインタスクからの指示によって、LCD のバックライトの点灯・消灯を行う。 	

- (1) 表 4 中の , に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 表 4 中の に入れる処理内容を、20 字以内で述べよ。
- (3) 表 4 中に三つある下線 ① で、通知を受け取ったメインタスクが行う共通の処理を、20 字以内で述べよ。
- (4) 表 4 中の下線 ② の処理を行う目的が二つある。一つは、音声信号を出力する際の出力設定値を決定するためである。もう一つの目的を、20 字以内で述べよ。

問2 省エネ対応の自動販売機に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

B社は、省エネ機能搭載の自動販売機（以下、自販機という）の開発を行っている。自販機の外観とシステム構成を、図1に示す。

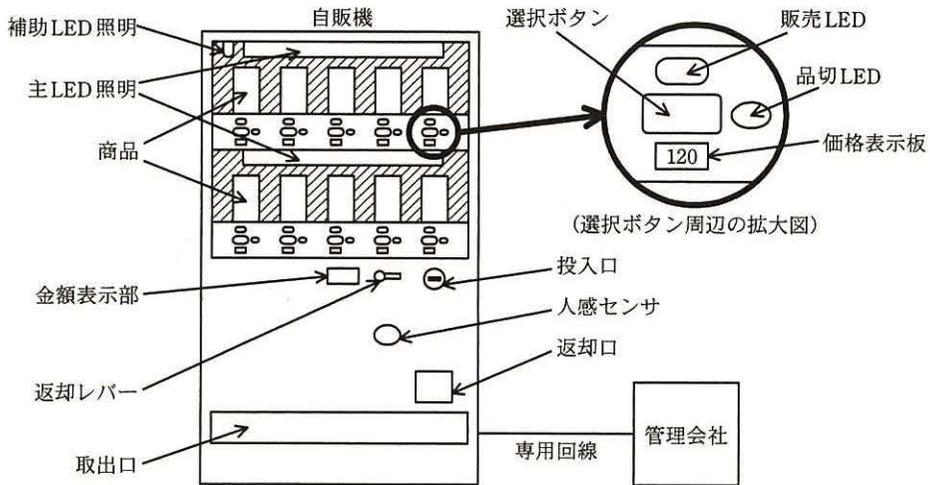


図1 自販機の外観とシステム構成

〔自販機の機能概要〕

(1) 省エネ機能

- ・人感センサ（以下、センサという）は50ミリ秒ごとに起動され、起動されると1ミリ秒間動作する。自販機は、センサが自販機前にいる人を検知すると主LED照明を点灯し、人を検知しなくなってから1秒後に主LED照明を消灯する。
- ・日の入りから日の出までの夜間、自販機は、補助LED照明を点灯する。

(2) 販売機能

- ① 投入口にコインが投入されると、投入金額を金額表示部に表示し、投入金額に応じて、販売可能な商品の販売LEDを点灯する。
- ② 販売LEDが点灯している商品の選択ボタンが押されると、点灯中の販売LEDを消灯する。このとき、釣銭が不要な場合は、金額表示部に0を表示した後、商品を取出口に搬送する。釣銭が必要で、その釣銭がある場合は、釣銭金額を金額表示部に表示した後、商品を取出口に搬送し、釣銭を返却口に出す。釣銭が不足

している場合は、金額表示部の表示を消灯した後、投入金額分のコインを返却口に出す。

- ③ 商品を取出口に搬送した後、0.5 秒経過したら金額表示部を消灯する。
- ④ 品切れになった場合は、品切 LED を点灯し、その商品の販売を停止する。
- ⑤ 返却レバーが操作された場合は、投入金額を返却口に出した後、金額表示部を消灯する。

(3) 集計・設定機能

- ・ 自販機に集計端末が接続されると、集計端末からの指示に従って売上データを集計端末に送信する。また、集計端末から、年月日、現在時刻、管理会社への売上データ送信時刻、単価又は商品温度の設定データを受け取って、保存する。
- ・ 売上データ送信時刻になると、専用回線経由で管理会社に、売上金額、商品温度及び品切れ情報を送信する。

[自販機のハードウェア構成]

自販機のハードウェア構成を図 2 に、ハードウェアの主な構成要素の概要を表 1 に示す。

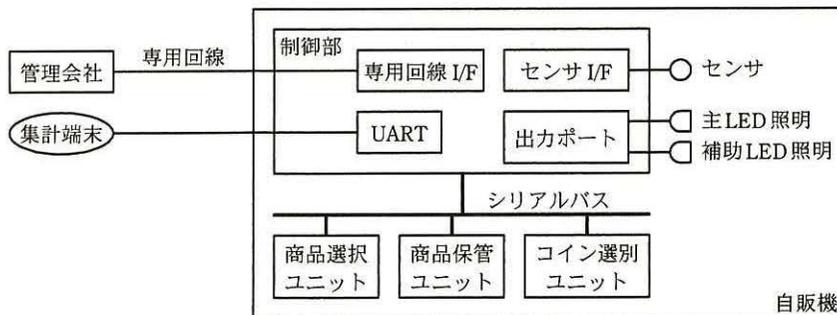


図 2 自販機のハードウェア構成

表 1 ハードウェアの主な構成要素の概要

名称	概要
制御部	<ul style="list-style-type: none"> メモリ、出力ポート、リアルタイムクロック、タイマ、UART、専用回線 I/F、シリアルバス I/F 及びセンサ I/F を内蔵したシングルチップマイコンを備え、自販機の制御を行う。 制御部の故障を検出した場合は、制御部の動作を停止する。
商品選択ユニット	<ul style="list-style-type: none"> 選択ボタン、販売 LED 及び品切 LED を備えている。 選択ボタンが押されたことを制御部に送信する。 制御部からの指示で、販売 LED、品切 LED を点灯／消灯する。
商品保管ユニット	<ul style="list-style-type: none"> 商品を保存する複数のブロックを備えている。 制御部からの指示で、各ブロックの温度を個別に制御する。 制御部からの指示で、指示されたブロックの商品の一つ取出口に搬送する。 品切れを検知した場合は、制御部に通知する。
コイン選別ユニット	<ul style="list-style-type: none"> 金額表示部を備えている。 コイン投入ごとに投入金額を制御部に送信し、投入金額の累計額を金額表示部に表示する。 制御部から指示された金額を金額表示部に表示する。 制御部から指示された額の釣銭を返却口に出す。 制御部からの指示で、金額表示部の表示を消灯した後、投入金額の累計額を 0 にする。 制御部からの指示で、釣銭用コインの情報を制御部に送信する。 返却レバーが操作されると、制御部に通知し、投入金額分のコインを返却口に出す。

[シリアルバスの機能]

- 制御部は、シリアルバスを通じて、10 ミリ秒ごとにユニットの一つと通信を行い、30 ミリ秒間で全てのユニットとの通信を行う。
- 制御部がユニットにデータを送信した後、ユニットは制御部に必ず応答を返信する。制御部は、この動作を三つのユニットに対して繰り返し行う。
- ユニットは、自身の異常を検知した場合、制御部への送信を停止する。制御部は、あるユニットから応答がない場合、そのユニットとの次の通信時に同じデータを再送する。再送しても応答がなければ、制御部は、そのユニットが正常に動作していないと判断する。

[制御部のソフトウェア構成]

制御部の OS には、リアルタイム OS を使用している。タスクの機能概要を表 2 に、制御部のタスク構成を図 3 に示す。

表 2 タスクの機能概要

タスク名	概要
自販機管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 50 ミリ秒ごとに、補助 LED 照明の点灯／消灯、及びセンサの起動を照明管理タスクに通知する。 ・ 10 ミリ秒ごとに、シリアルタスクを起動する。 ・ 設定時刻になると <input type="text" value="a"/> タスクにデータ送信を依頼する。 ・ 時刻を管理する。 ・ 異常時には、販売を停止する。
売上管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 売上金額を集計する。 ・ 単価を保持する。 ・ 売上金額又は単価の通知要求依頼を受け取ると、依頼元に通知する。
販売	<ul style="list-style-type: none"> ・ 投入金額の通知を受け取るごとに、<input type="text" value="b"/> タスクと <input type="text" value="c"/> タスクに問合せを行う。品切れでなく、かつ、投入金額以下の単価の商品がある場合は、<input type="text" value="d"/> 。 ・ さらに、釣銭用コインを確認する。 ・ 商品が選択された通知を受け取ると、<input type="text" value="e"/> の場合は、販売 LED を消灯する指示を出す。 ・ 釣銭の計算を行い、釣銭が不要の場合、コイン選別ユニットの金額表示部に 0 を表示する指示を出した後、商品搬送の指示を出す。釣銭が必要で、その釣銭がある場合、釣銭金額を表示する指示を出した後、商品搬送の指示を出す。釣銭が不足している場合は、金額表示部を消灯する指示を出した後、投入金額を返金する指示を出す。 ・ 商品搬送の指示を出した後、釣銭が必要な場合は、釣銭を出す指示を出す。 ・ 商品搬送の指示を出した後、0.5 秒後に金額表示部を消灯する指示を出す。 ・ <input type="text" value="f"/> に通知する。 ・ 品切れの確認を行い、品切れの場合は、品切 LED を点灯する指示を出す。 ・ 返却レバーが操作された通知を受け取ると、金額表示部を消灯する指示を出す。
商品管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ ブロックごとの商品温度の設定値を保存する。商品温度の設定データの変更があると、変更された商品温度の設定を指示する。 ・ 品切れの確認及び商品温度の確認を指示する。 ・ 品切れ又は商品温度の確認要求を受け取ると、それらの情報を依頼元に通知する。
シリアル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各ユニットとの通信を行う。ユニットごとに送信バッファを備えている。 ・ 送信バッファから通信先ユニット向けの指示を取り出して、送信する。送信バッファにデータがない場合は、そのことを示すデータを送信する。 ・ 受信した内容に該当するタスクに、受信内容を通知する。 ・ 再送に失敗したときは、自販機管理タスクに通知する。
管理会社	<ul style="list-style-type: none"> ・ データ送信の通知を受け取ると、管理会社に送信するデータを収集し、専用回線タスクに通知する。
集計端末	<ul style="list-style-type: none"> ・ 集計端末が要求する情報を収集して、UART タスクに通知する。 ・ UART タスクから受信した年月日、現在時刻、売上データ送信時刻、単価又は商品温度の設定データを関係タスクに通知する。
専用回線	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管理会社との通信を行う。
UART	<ul style="list-style-type: none"> ・ 集計端末との通信を行う。
照明管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自販機管理タスクの指示で、補助 LED 照明の点灯／消灯、及びセンサを起動する。 ・ <input type="text" value="g"/> 。 ・ センサが人を検知しなくなってからセンサ起動の通知を 20 回受け取り、毎回、人を検知しなかった場合、主 LED 照明を消灯する。

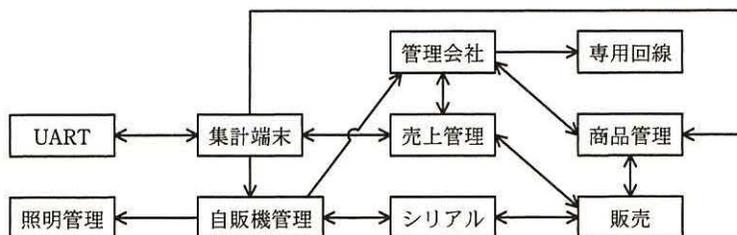


図3 制御部のタスク構成

設問1 自販機のシステムについて、(1)～(3)に答えよ。

- (1) センサが人を検知すると、主 LED 照明を点灯する。点灯してから消灯するまでの最小時間は何秒か。答えは小数第 3 位を四捨五入して、小数第 2 位まで求めよ。ここで、ソフトウェアの動作時間は無視できるものとする。
- (2) 夜間は、補助 LED 照明を点灯する。このとき自販機は、時刻を基にどのようにして夜間と判断すればよいか。35 字以内で述べよ。
- (3) 制御部は、各ユニットが正常に動作していることを、各ユニットからの応答を利用して確認している。それに対し、各ユニットは、制御部が正常に動作していることを、どのように確認すればよいか。35 字以内で述べよ。

設問2 自販機のソフトウェアについて、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 表 2 中の ～ に入れる適切なタスク名を答えよ。
- (2) 表 2 中の ～ に入れる適切な動作内容を、それぞれ 30 字以内で述べよ。
- (3) 各タスクが通知するデータについて検討している。
 - (a) 販売タスクがシリアルタスクに通知している情報を、商品搬送、販売 LED の点灯、販売 LED の消灯以外で四つ答えよ。
 - (b) 商品管理タスクが、集計端末タスクから入手している情報を答えよ。

設問3 自販機の売上金額などの集計、照明制御及び商品温度管理の方法に関して、次のような機能を追加したい。その追加内容について、(1)、(2)に答えよ。

管理会社が売上金額などの集計を迅速に行うために、自販機が専用回線経由で管理会社から情報の送信の指示を受け取ると、売上金額、商品温度及び品切れの有無の情報を管理会社に送信する機能を追加したい。さらに、きめ細かく省エネ

を行うために、専用回線経由での商品温度の設定機能、又は夜間でない時間の主 LED 照明の動作停止機能も自販機に追加したい。

機能追加は、専用回線タスク、管理会社タスク及び自販機管理タスクの変更だけで対応したい。

- (1) 管理会社タスク、専用回線タスク及び自販機管理タスクの変更内容を表 3 に示す。表 3 中の ～ に入れる適切なタスク名又は字句を答えよ。

表 3 管理会社タスク、専用回線タスク及び自販機管理タスクの変更内容

タスク名	変更内容
専用回線	管理会社から <input type="text" value="h"/> の指示、 <input type="text" value="i"/> の指示、又は <input type="text" value="j"/> の指示を受け取ると、管理会社タスクに通知する。
管理会社	<ul style="list-style-type: none"> ・専用回線タスクから <input type="text" value="h"/> の指示を受け取ると、必要な情報を収集して、専用回線タスクに通知する。 ・専用回線タスクから <input type="text" value="i"/> の指示を受け取ると、<input type="text" value="k"/> タスクに通知する。 ・専用回線タスクから <input type="text" value="j"/> の指示を受け取ると、自販機管理タスクに通知する。
自販機管理	管理会社タスクから通知を受け取ると、夜間でない時間、照明管理タスクへの通知を停止する。

- (2) 表 3 の変更を行い、自販機の動作のテストをしていると、主 LED 照明の動作に関して不具合が発生した。その不具合の内容を 70 字以内で述べよ。

問3 プランタの管理システムに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

C社は、栽培している植物の土壌の水分量（以下、水分量という）と温度が適切かどうかを示す情報（以下、条件満足度という）、及び水やりの適切なタイミングを表示する、室内園芸用プランタの管理システム（以下、プランタシステムという）を開発している。

〔プランタシステムの構成概要〕

プランタシステムは、マスタ制御部（以下、マスタという）、個々のプランタに取り付けられたローカル制御部（LCD表示機能付き）、及びローカル制御部に接続されるセンサ部で構成される。ローカル制御部は、複数の部屋に置かれることがある。プランタシステムのイメージを図1に示す。

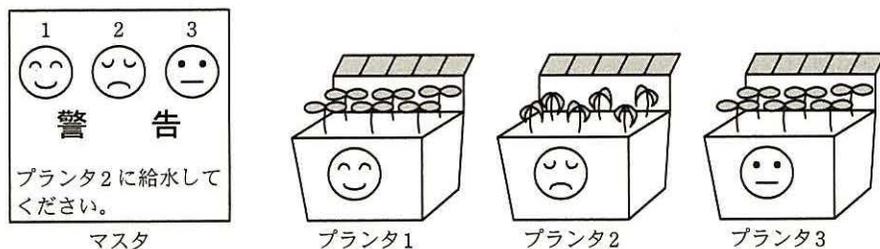


図1 プランタシステムのイメージ

〔プランタシステムの動作概要〕

マスタとローカル制御部は、小電力の無線通信を使って情報のやり取りを行う。マスタは、栽培している植物の名前から、栽培条件（植物の成長に応じた最適な水分量及び温度）を決定する。一方、ローカル制御部は、栽培条件に基づいて各センサからの情報を判断し、条件満足度をLCDに表示する。また、条件満足度から外れている場合には、マスタに警告情報を表示する。

〔プランタシステムの構成〕

プランタシステムのブロック図を図2に示す。

(1) マスタ

マスタは、プランタの条件満足度を表示するための LCD 表示器、プランタとの通信を行うための小電力の無線 I/F、及び多くの植物の栽培条件を格納したメモリカードから栽培中の植物の栽培条件を読み出すためのカード I/F を装備している。

(2) ローカル制御部

ローカル制御部は、マスタと通信を行うための小電力の無線 I/F を内蔵した MCU (以下、ローカル MCU という)、LCD 表示器、温度センサ及び水分センサを装備している。

- ・ローカル MCU には、LCD 表示コントローラドライバ (以下、LCD-C/D という)、1 ミリ秒単位の任意の時間で割り込み発生が可能なリアルタイムクロック (以下、RTC という)、A/D コンバータ (以下、ADC という)、及びシリアル I/F を内蔵している。ADC には温度センサや太陽電池が、LCD-C/D には LCD 表示器が接続されている。
- ・水分センサは、水分量の値 (%) をシリアル I/F を介して送信する。
- ・各センサの値は、1 分ごとにチェックされる。
- ・電源として、太陽電池とバッテリーを装備している。

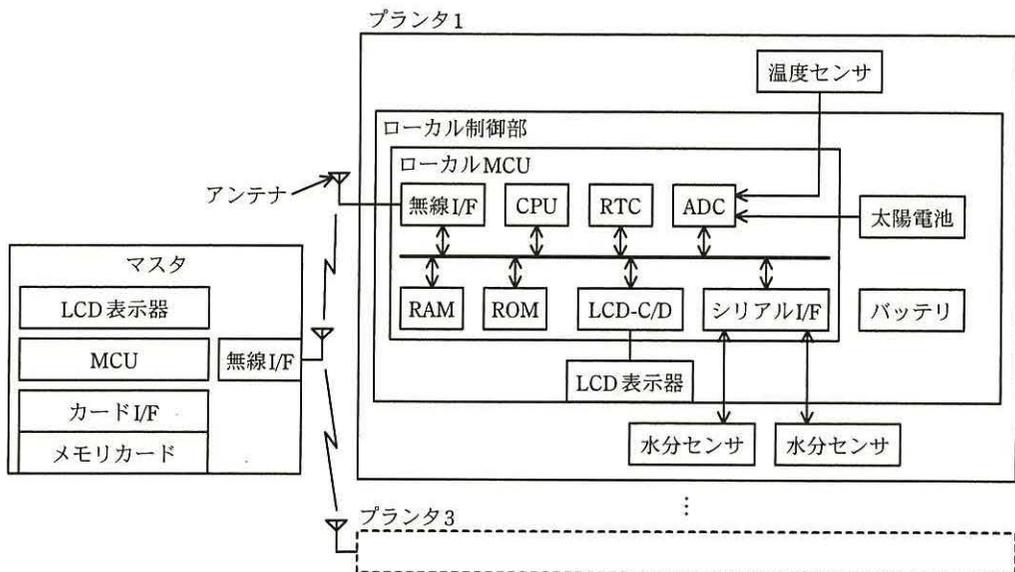


図2 プランタシステムのブロック図

〔ローカル MCU の動作モード〕

ローカル MCU の動作モードを表 1 に示す。

表 1 ローカル MCU の動作モード

動作モード \ 項目	CPU	無線 I/F	メインクロック	割込み要求元	動作電流
受信動作	動作	受信だけ	発振	RTC, ADC, LCD-C/D, シリアル I/F, 無線 I/F	30 ミリ A
送信動作	動作	送信だけ	発振		20 ミリ A
制御動作	動作	オフ	発振		5 ミリ A
CPU 停止	停止	オフ	発振		1 マイクロ A
スリープ	停止	オフ	停止	RTC, LCD-C/D	0.05 マイクロ A

- ・メインクロックは、RTC 以外の回路と CPU に供給される。
- ・RTC で使用するクロック（常時発振）は、RTC と LCD-C/D に供給される。
- ・CPU 停止は割込み要求で直ちに解除される。
- ・スリープ時にはメインクロックは発振を停止し、RTC と LCD-C/D 以外は動作を停止する。
- ・スリープは RTC 又は LCD-C/D からの割込み要求で解除される。解除されると、メインクロックは 10 マイクロ秒後に発振を再開し、CPU は動作を再開する。

設問 1 プランタシステムの通信方法の検討について、(1)～(3)に答えよ。

マスタの電源にはバッテリー、ローカル制御部の電源には太陽電池とバッテリーを使うので、できるだけ消費電力を抑えられる通信方法を検討した。

(1) ローカル制御部では、マスタとの通信方法として、常にマスタからのポーリングを待つのではなく、マスタからの一定周期でのポーリングによって通信を開始することにした。その理由を、表 1 中の動作電流の観点から 35 字以内で述べよ。

(2) ローカル制御部でのマスタとの通信の制御について、次の記述中の

～ に入れる適切な字句を答えよ。

- ・プランタシステムの起動時にマスタとローカル制御部は、ポーリングのため

の同期をとって動作を開始する。

- ・ローカル制御部では、通常は消費電力を抑えるために を停止し、CPU は停止しているが、マスタがポーリングするタイミングの 1 秒前に 割込みを用いて CPU が動作を再開し、無線 I/F の動作を起動し、 モードになる。
- ・ローカル制御部はマスタからポーリング信号を受信すると、必要な情報を送信する。
- ・通信が終了すると、ローカル制御部は無線 I/F の動作を停止し、 に を設定して を停止し、CPU は動作を停止する。

(3) マスタからの一定周期でのポーリングによる方法よりも、更に消費電力を抑えるために、植物の性質を利用することにした。すなわち、植物は光量が少なくなると水の消費が少なくなり、状態の変化が少なくなる。そこで、ポーリング周期を一定ではなく、変更できるようにした。

(a) 光量の検出に用いる構成要素の名称を答えよ。

(b) マスタはローカル制御部のポーリングを、全て同じ周期ではなく個別に設定することにした。この場合の制御を 40 字以内で述べよ。

設問 2 ローカル制御部での水分センサの制御方法の検討について、(1)~(3) に答えよ。

- (1) 水分センサの制御方法に関する次の記述中の ~ に入れる適切な字句を答えよ。

水分センサはローカル MCU から離れた位置に取り付けられている。もし、ローカル MCU が水分センサの値を直接 ADC で検出しようとする時、センサからの が長くなってしまう。 が長いと、ADC への入力において、外来ノイズが になってしまう。

このことから、 に を施したり、信号の変化が緩やかなことを利用して を追加したりすることが考えられる。

しかし、この対策では費用対効果が低いことから、センサ部分に通信機能を搭載した専用 ADC を設置して A/D 変換を行い、 としてローカル MCU に送ることにした。

(2) ソフトウェアでのノイズ対策について検討する。水分センサ部分に専用 ADC を設置し、センサ素子の出力を A/D 変換する。このとき、専用 ADC のアナログ信号入力端子（以下、ANI 端子という）に入力されるセンサ素子の出力には、電源からのノイズが混入する。測定対象の信号の変化はノイズと比べて緩やかなことから、ソフトウェアで複数回の計測データを平均する対策案を考えた。

ここで、ANI 端子に入力される信号は、測定対象の信号とノイズ成分に分けて考える。測定対象の信号の変化は緩やかで、 n 回計測しても変化しない。それに対し、ノイズ成分は n 回の計測で値が異なるので、計測回数を増やして平均をとったところ、ノイズの影響が小さくなった。その評価結果を表 2 に示す。

表 2 計測回数とノイズの影響の評価結果

計測回数	1	4	...	16	...	64	...
ノイズの影響	1	0.5	...	0.25	...	0.125	...

計測回数を 100 回に増やしても表 2 の関係が続くとした場合、平均をとったときのノイズの影響を答えよ。答えは小数第 4 位を四捨五入して、小数第 3 位まで求めよ。

(3) ローカル制御部の MCU は、水分センサの値が必要なときだけ、水分センサ部分に設置した専用 ADC に電源を供給して得られた計測データを受信して、平均をとるようにした。ところが、計測データの受信回数を増やしたところ、消費電力に関して問題が指摘されたので、専用 ADC から、ADC を内蔵した専用 MCU に変更した。専用 MCU は、電源を供給されてから 2,500 マイクロ秒で水分センサの値を 100 回計測し、平均値を送信する。

専用 MCU への電源供給を開始してから結果を受信するまで、ローカル MCU は、最初はあるモードで待ち、次は別のモードで待つようにした。このときの各モードでの制御方法を、それぞれ 30 字以内で述べよ。

設問 3 ペットボトルを用いたオプションの給水機能の設計について、(1)、(2)に答えよ。

給水用のペットボトルからの給水バルブ（以下、バルブという）は、ローカル制御部からの指令によって制御する。バルブでの通気は十分である。水圧が一定

なら、バルブの開閉量と単位時間当たりの水の供給量（以下、給水量という）は比例する。部品点数を減らすために、バルブ制御専用のセンサは追加しないことにする。

- (1) バルブを開閉量一定で放置した場合に給水量が時間とともに少なくなっていく原因を、25字以内で述べよ。
- (2) 給水の制御方法に関する次の記述中の ~ に入れる適切な字句を答えよ。

最初に給水を開始したときの水分量の変化を図3に示す。

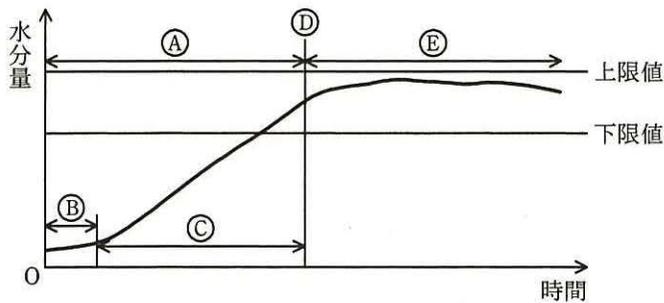


図3 最初の給水開始時の水分量の変化

- ・(A)の期間は、バルブの開閉量を最大にして給水を行っている。
- ・(B)の期間は、水分量はほとんど変化しない。
- ・(C)の期間は時間に比例して水分量が増えている。
- ・(D)のタイミングは、(C)での水分量の とバルブ操作のタイミングから(B)で示す水分量の変化までの を基に、 を超えないようにバルブを調整する。
- ・(E)の期間は、バルブを完全に閉じるのではなく、開閉量を制御して水分量ができるだけ一定になるようにする。

[メモ用紙]

6. 退室可能時間に途中で退室する場合には、手を挙げて監督員に合図し、答案用紙が回収されてから静かに退室してください。

退室可能時間	13:10 ~ 13:50
--------	---------------

7. 問題に関する質問にはお答えできません。文意どおり解釈してください。
8. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いません。
9. 試験時間中、机の上に置けるものは、次のものに限ります。
なお、会場での貸出しは行っていません。
受験票、黒鉛筆及びシャープペンシル（B 又は HB）、鉛筆削り、消しゴム、定規、時計（アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、ポケットティッシュ、目薬
これら以外は机の上に置けません。使用もできません。
10. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ることができます。
11. 答案用紙は、いかなる場合でも提出してください。回収時に提出しない場合は、採点されません。
12. 試験時間中にトイレへ行きたくなくなったり、気分が悪くなったりした場合は、手を挙げて監督員に合図してください。
13. 午後Ⅱの試験開始は 14:30 ですので、14:10 までに着席してください。

試験問題に記載されている会社名又は製品名は、それぞれ各社又は各組織の商標又は登録商標です。
なお、試験問題では、™ 及び ® を明記していません。