

平成 16 年度 春期

テクニカルエンジニア（エンベデッドシステム） 午後Ⅰ 問題

注意事項

1. 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。
2. この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読んでください。
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. 試験時間は、次の表のとおりです。

試験時間	12:30 ～ 14:00（1 時間 30 分）
------	--------------------------

途中で退出する場合には、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出してください。

退出可能時間	13:10 ～ 13:50
--------	---------------

5. 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，問 4
選択方法	必須	1 問選択

6. 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。
7. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いませんが、どのページも切り離さないでください。
8. 電卓は、使用できません。

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。

次の問 1，問 2 は必須問題です。

問 1 非接触型の IC タグ（以下，タグという）を使った回転寿司料金計算システム（以下，システムという）の設計に関する次の記述を読んで，設問 1～3 に答えよ。

〔システム概要〕

システム概要を図 1 に示す。タグリーダ，IC カードリーダ／ライタ，精算ボタン，LCD などで構成される端末が回転レーンの周りの座席に対応して設置されている。精算用カードには接触型の IC カード（以下，カードという）を用いる。カードが IC カードリーダに挿入されると，皿投入口の扉を開け LCD 表示を初期状態にする。皿には固有のタグ情報をもつタグがはられている。1 枚又は複数枚の皿（同時に最大 10 枚まで）が皿投入口に投入されると，タグ情報をタグリーダで読み取り，読み取ったタグ情報から料金を計算し，その後 LCD に積算料金を表示する。精算ボタンが押されると皿投入口の扉を閉め，カードに精算データを書き込み，カードを排出する。

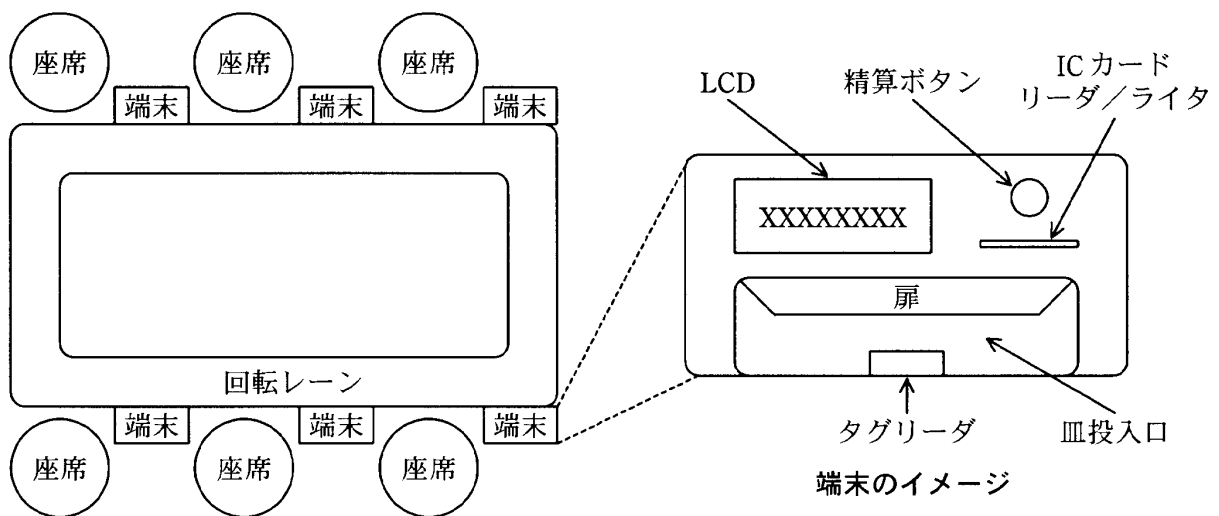


図 1 システム概要

〔システム構成〕

システム構成を図 2 に示す。コントローラは，1 台当たり最大 20 台の端末を制御し，店舗の規模に応じて増設することができる。各端末には端末番号が付与されている。料金計算に用いる料金マスタには，皿の種別に対応した料金が記録されている。管理装置は，この料金マスタを各コントローラに LAN 経由で送信する。各コントローラは，

タグ情報と料金マスタを用いて料金計算を行う。さらに、コントローラは、端末とメッセージをやり取りすることで端末を制御する。コントローラと端末間のメッセージを表に示す。コントローラのソフトウェアには、リアルタイム OS を用いる。

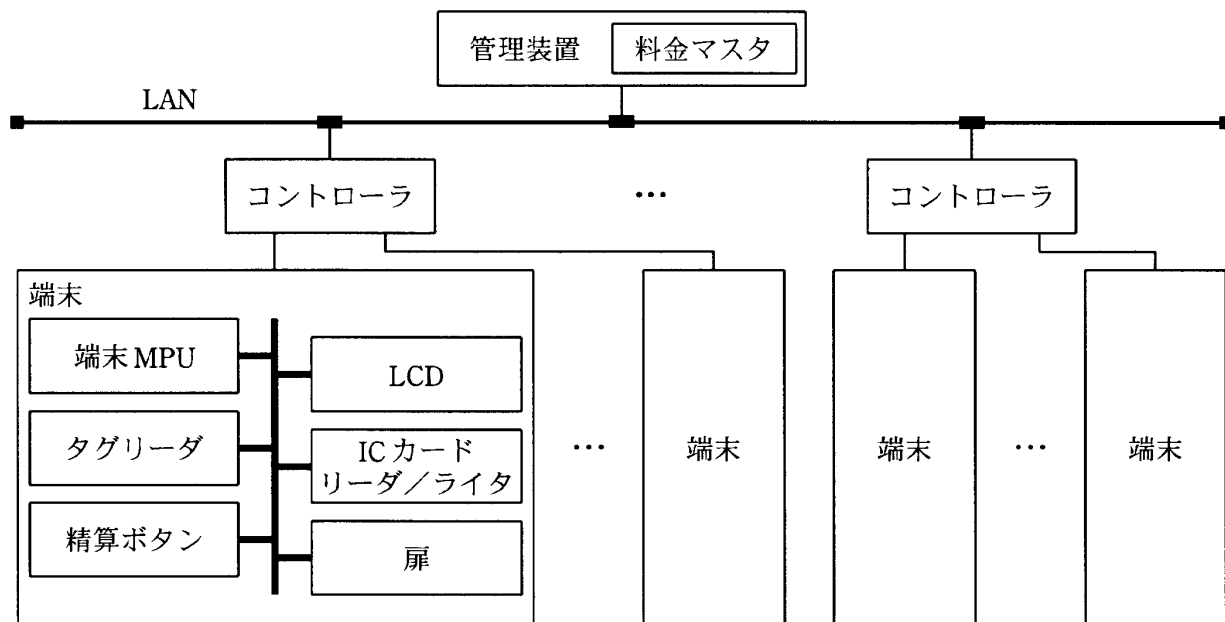


図2 システム構成

表 コントローラと端末間のメッセージ

メッセージ名	送信元	内容	パラメタ
カード挿入	端末	カードが挿入されたことを知らせる。	a
カード書込み	コントローラ	カードに書き込む b を知らせる。	端末番号, b
カード排出	コントローラ	カード排出を指示する。	端末番号
タグ読取り	c	読み取ったタグ情報を知らせる。	端末番号, (*)
精算	端末	d が押されたことを知らせる。	端末番号
扉開閉	e	皿投入口の扉開閉を指示する。	端末番号, 扉開閉指示
LCD 表示	コントローラ	LCD に表示する f を知らせる。	端末番号, f

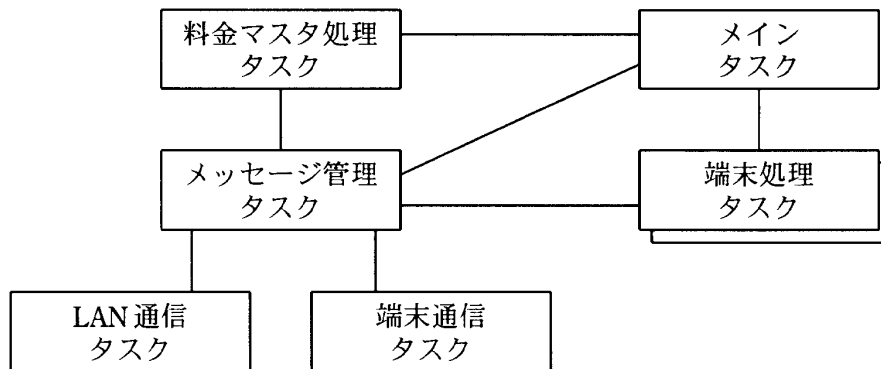
注 (*) は設問 1 の (3) で使用する。

設問1 コントローラのシステム設計に関する次の問いに答えよ。

- (1) 表中の a ～ f に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 料金計算に必要なタグ情報のデータは何か。10 字以内で答えよ。
- (3) タグリーダーは、複数枚の皿のタグ情報を一括して読み取ることができる。コントローラと端末間のメッセージのやり取りを少なくするためには、表の（*）で示したタグ読取りメッセージのパラメタをどのように設計すればよいか。40 字以内で述べよ。

設問2 コントローラのタスクに関する次の記述中の g ～ l に入れる適切な字句を、それぞれ 15 字以内で答えよ。

コントローラのタスク構成を図3に示す。



料金マスタ処理タスク：管理装置から料金マスタを受信する。

メッセージ管理タスク：LAN通信タスク、端末通信タスクからメッセージを受け取り、必要なタスクへ渡す。

LAN通信タスク：管理装置とメッセージの送受信を行う。

端末通信タスク：端末とメッセージの送受信を行う。

メインタスク：コントローラ全体の制御及び端末処理タスクの生成を行う。

端末処理タスク：受信した料金マスタを使って料金計算や端末の制御を行う。

図3 コントローラのタスク構成

コントローラでは、端末に対応した端末処理タスクを必要時に生成し、処理が終了した時点でタスクを消滅させる方式とした。

端末からコントローラに g が送信されると、h はメッセージを受信し、i へ通知する。i は、g を認識し、j へ通知する。j は、k を基に、端末に対応する

端末処理タスクの生成及びメールボックスの対応付けを行う。端末処理タスクは、これ以降自端末あてのメールを i から受け取り、必要なメモリを確保しながらメッセージに対応した処理を行う。i から ℓ を受け取ると、カード書込みやカード排出を行った後、メモリを解放し自タスクを消滅させる。

設問 3 システムテスト中に発生した不具合に関する次の記述を読んで、問いに答えよ。

皿を投入したとき及び精算ボタンを押したときの端末とコントローラ間のメッセージシーケンスを図 4 に示す。皿投入と同時に精算ボタンを押すテストを行ったところ、料金が実際より少なく計算される不具合が発生した。

- (1) どのようなことが原因と考えられるか。60 字以内で述べよ。
- (2) この不具合を避けるために、コントローラ側で行うべき対策を、40 字以内で述べよ。

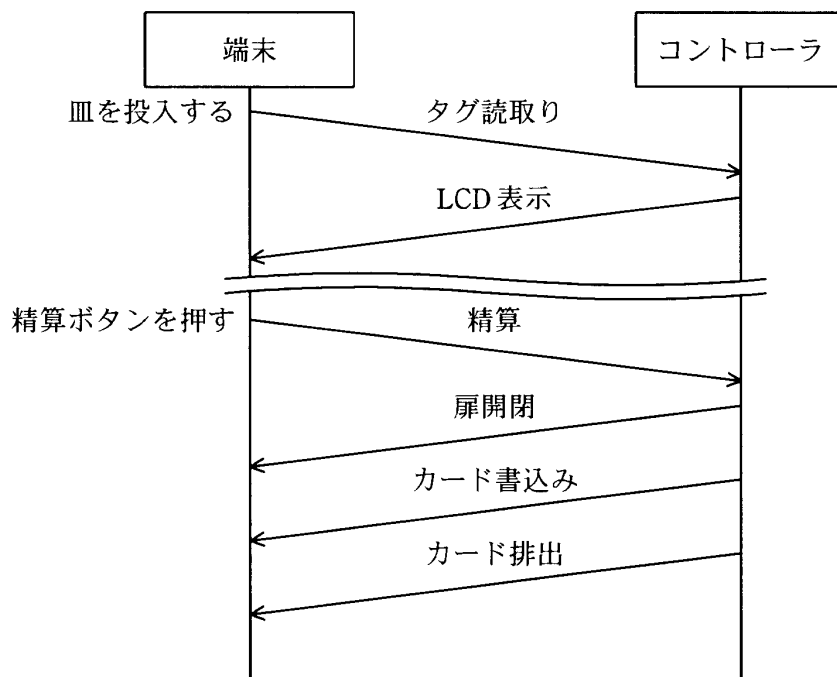


図 4 端末とコントローラ間のメッセージシーケンス

問2 ホーム柵^{さく}システムの設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

駅のホーム柵の扉を制御するホーム柵システムの開発を行うことにした。ホーム柵の様子を図1に、ホーム柵システムのブロック図を図2に示す。図2において地上制御部は、車両側の車上制御部から送信される開扉^{かいひ}指令、閉扉^{へいひ}指令によってホーム柵の扉の開閉を行う。ホーム柵には、乗降客が挟まれないように障害物センサを取り付けている。車上制御部と地上制御部間の情報伝送のために、レールの間には送受信装置を設置し、車両の床下にはアンテナを設置する。送受信装置の上にアンテナが位置したとき、情報伝送が可能となる。ホーム柵の扉と車両のドアが所定の位置から ± 30 cm を越えて停止したときには、扉もドアも開けない。

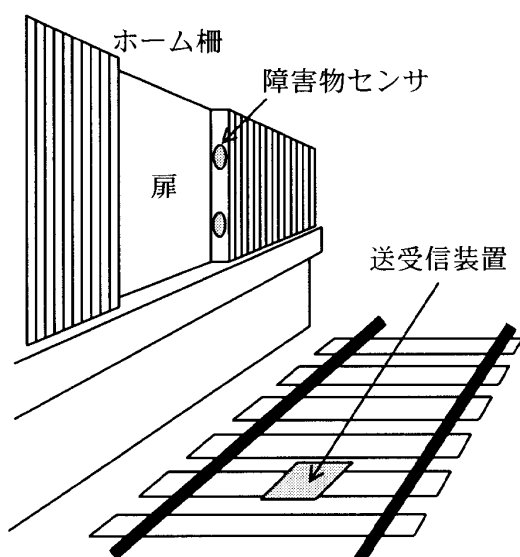


図1 ホーム柵の様子

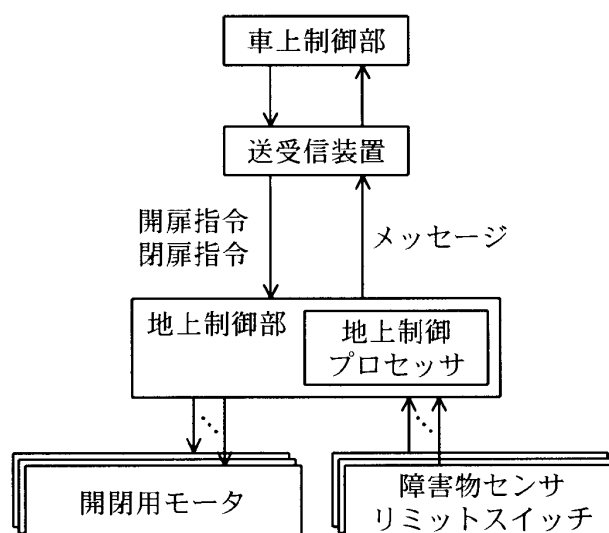


図2 ホーム柵システムのブロック図

設問1 ホーム柵システムの仕様に関する次の記述を読んで、問いに答えよ。

ホーム柵システムは、車上制御部と地上制御部でメッセージ交換を行い、安全を確認しながら扉の開閉制御を行う。ホーム柵の扉と車両のドア開閉制御のタイミングを図3に、また、メッセージ交換の時系列シーケンスを図4に示す。

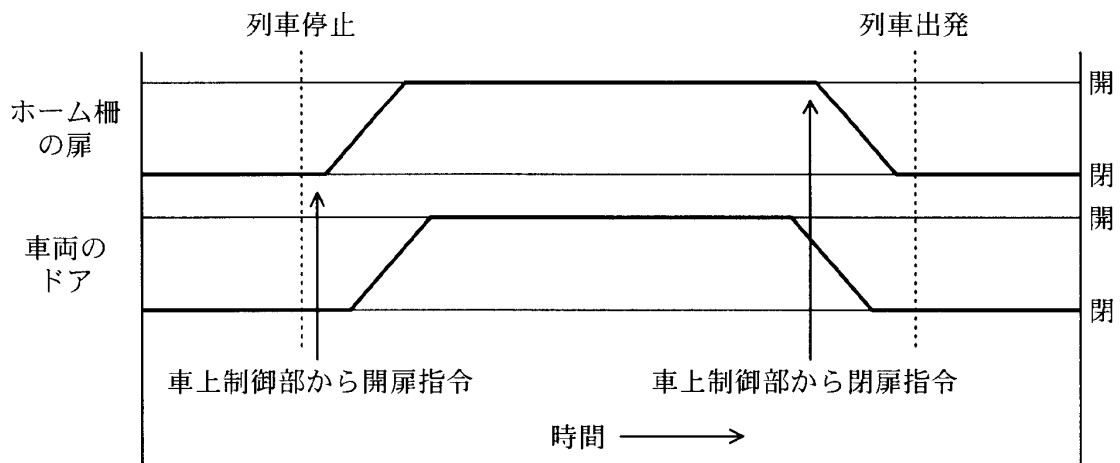


図3 ホーム柵の扉と車両のドア開閉制御のタイミング

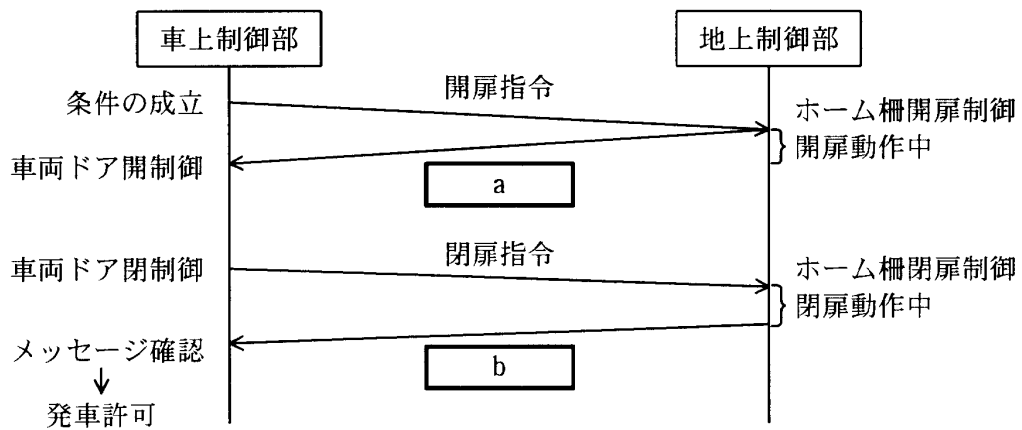


図4 メッセージ交換の時系列シーケンス

- (1) 車上制御部から地上制御部に開扉指令を送るためには、どのような条件の成立を確認する必要があるか。30字以内で述べよ。
- (2) 図4中のメッセージ a , b に入れる適切な字句を答えよ。

設問 2 地上制御部の処理に関する次の記述を読んで、問いに答えよ。

地上制御部は車上制御部から開扉指令又は閉扉指令を受け取ると、各扉に設けられた開閉用モータに対し、それぞれ 10 ミリ秒ずつずらしながら順次駆動制御を開始する。扉にはそれぞれ四つのリミットスイッチが設けられ、扉の位置が検知できる。扉の開閉に時間がかかりすぎると列車の運行に影響を与えるので、開扉時の処理は 2 秒以内、閉扉時には 2.5 秒以内に終了するように設計する。また、ホーム柵の障害物センサは乗降客の安全のために使用する。

なお、列車は最大 8 両編成とし、1 両の長さは 20 m で、両側にそれぞれ四つのドアがある。

- (1) 開閉用モータを順次駆動する理由は何か。30 字以内で述べよ。
- (2) 障害物センサの入力は、どの時点からどの時点まで必要となるか。30 字以内で述べよ。
- (3) 閉扉制御時には、リミットスイッチの状態を読み込んで扉が閉じる速度を変化させたい。リミットスイッチの状態情報は、1 スイッチ当たり 1 ビットのステータス情報で入力する。このとき、すべてのリミットスイッチの状態情報を読み込ませる入力バッファの大きさは、最低何バイト必要か。整数で求めよ。

設問 3 試験中にある不具合が発見された。その対策として、ホーム柵システムの構成を図 5 に示すマルチプロセッサの分散制御システムとする案を検討した。分散制御システムに関する次の問いに答えよ。

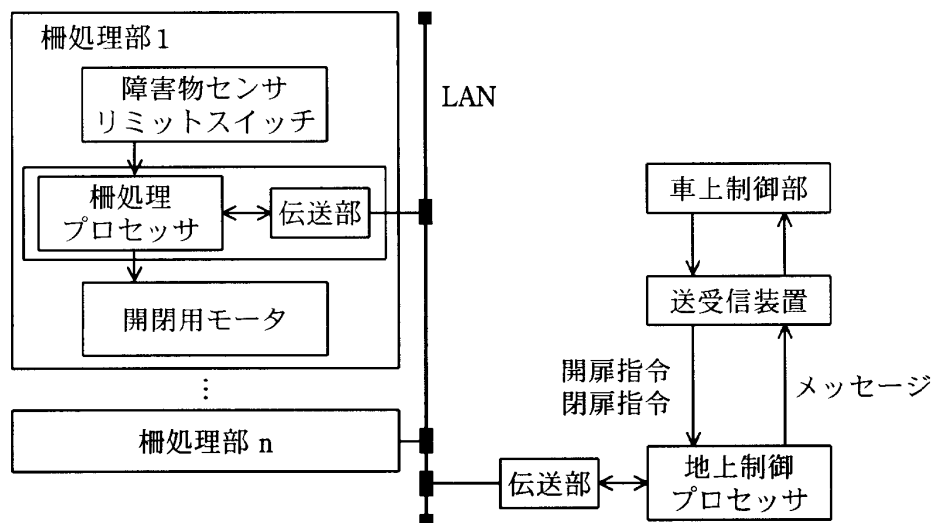


図 5 マルチプロセッサの分散制御システムのブロック図

- (1) “マルチプロセッサの分散制御システムとする”案の利点は何か。二つ挙げ、それぞれ 30 字以内で述べよ。
- (2) 分散制御システムにした場合、各柵処理プロセッサに対する開扉指令、閉扉指令の伝達以外に、地上制御プロセッサに必要となる新たな機能は何か。20 字以内で述べよ。
- (3) 分散制御システムにした場合、地上制御プロセッサは各柵処理プロセッサに対しブロードキャストで開扉指令、閉扉指令を伝達する。このとき、開閉用モータの制御開始タイミングをそれぞれ 10 ミリ秒ずつずらして順次駆動させる方法を、60 字以内で述べよ。

次の問 3，問 4 については 1 問を選択し，答案用紙の選択欄の問題番号を○印で囲んで解答してください。

なお，2 問とも○印で囲んだ場合は，問 3 について採点します。

問 3 遠隔管理機能をもった自動販売機の設計に関する次の記述を読んで，設問 1～3 に答えよ。

管理サーバから電話回線を介して，監視と制御ができる自動販売機を設計している。図 1 は，この自動販売機の制御システムのハードウェア構成の一部である。メインマイコンは，高速シリアル通信回線を介して，商品管理を行う n 台のサブマイコン及び入出金処理を行うサブマイコンと接続されている。商品を選択するためのスイッチは，マトリックス構成をとっており，メインマイコンからスキャンされる。自動販売機のソフトウェアには，リアルタイム OS を用いることにした。

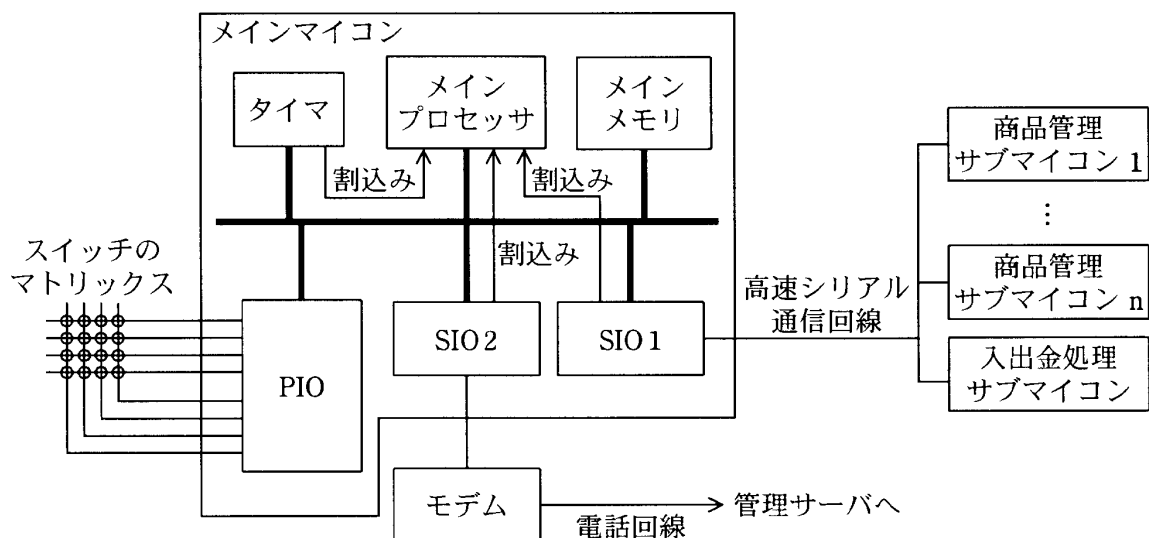


図 1 自動販売機の制御システムのハードウェア構成の一部

設問 1 自動販売機の自己診断機能に関する次の記述を読んで，問いに答えよ。

自動販売機には，メインマイコンと各サブマイコンが，それらの間をつなぐ高速シリアル通信回線を含めて，正しく動作しているかどうかを常時診断するための自己診断機能をもたせている。

メインマイコンは，各サブマイコンへ 100 ミリ秒周期で送信するポーリングパケットに対して，10 ミリ秒以内に応答パケットが到着しない場合，そのサブマイ

コン又は高速シリアル通信回線に異常があると判定する。メインマイコン側の異常は、入出金処理サブマイコンに検知させるようにしたい。

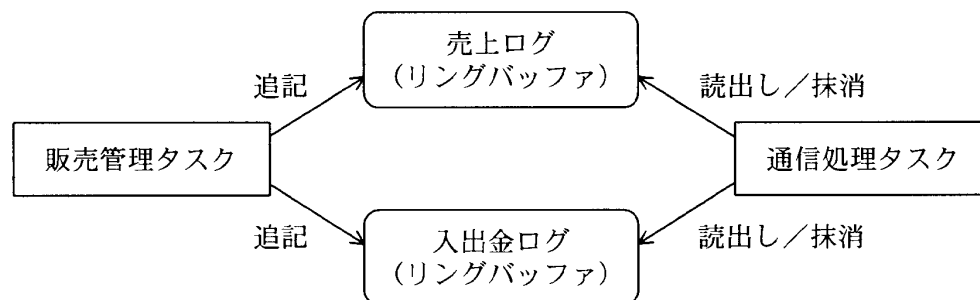
(1) この方法では、一度でも通信エラーが発生すると、いずれかのサブマイコン又は高速シリアル通信回線に異常があると判定されてしまうことがある。この問題を解決するには、どのような方法が考えられるか。50 字以内で述べよ。

(2) パケットの種類を増やすことなく、入出金処理サブマイコンから、メインマイコン又は高速シリアル通信回線の異常を検知する方法を、50 字以内で述べよ。

設問 2 売上ログと入出金ログの管理に関する次の記述を読んで、問いに答えよ。

自動販売機は、管理サーバに送信する売上ログと入出金ログを、メインメモリ上に置いたリングバッファで管理する。これら二つのログとタスクの関係を図 2 に示す。

販売管理タスクは、商品を販売すると、売上ログと入出金ログにデータを追記する。通信処理タスクは、管理サーバからのリクエストに応じて、二つのログに蓄積されているデータを読み出し、管理サーバに送信する。送信が成功すると、送信したデータを二つのログから抹消する。販売管理タスクには、通信処理タスクよりも高い優先度を与える。



注 矢印はアクセスの方向を示す。

図 2 二つのログとタスクの関係

(1) 次の記述中の a ～ d に入れる適切な字句を答えよ。

通信処理タスクが売上ログと入出金ログを順に送信する方法では、二つのログを送信する間に売上があると、管理サーバに送信された入出金ログに含まれる入出金記録に対応する売上が、送信された売上ログに存在しないという問題が生じる。

この問題を解決するために、売上ログ送信と入出金ログ送信を含む通信処理全体と、二つのログへの **a** を、セマフォを用いて排他制御した場合、通信障害時に通信処理タスクがセマフォを長時間ロックする可能性がある。これを回避するために、通信処理タスクが送信前にデータの **b** を作成し、その作成の間だけ排他制御する方法を考えたが、この方法ではメモリ使用量が多くなってしまう。そこで、ログを格納するリングバッファの **c** だけを、送信前にコピーする方法をとることにした。これは、販売管理タスクがログに **d** するだけであることから成り立つ方法である。

- (2) 図3は、販売管理タスクと通信処理タスクが同時にログへアクセスしようとして、正しく排他制御されている状況を観測したものである。図3の破線で囲まれた部分を埋め、図3を完成させよ。

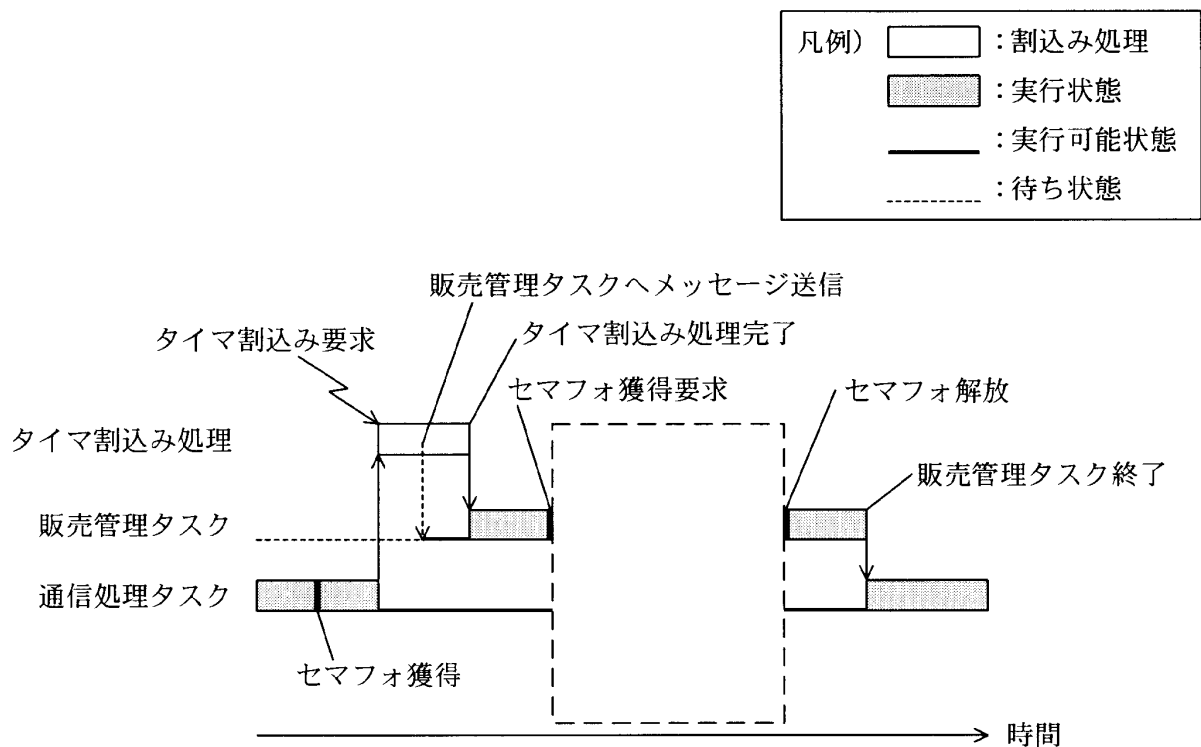


図3 排他制御されている状況

設問 3 メインマイコンでの多重割込みの処理に関する次の記述を読んで、問いに答えよ。

タイマ割込みによってすべてのスイッチをスキャンすると、タイマ割込み処理の時間が長くなり、サブマイコンからの通信データを取りこぼす問題が発生した。この問題を解決するために、多重割込みを許すように、現在用いているリアルタイム OS を改造したところ、図 4 に示すように、多重割込みが発生している様子を観測することができた。

ここで用いているリアルタイム OS では、改造後も、各タスクのスタックが独立に確保される。割込み処理は、割込みが発生したときに実行中のタスクのスタックを用いて実行される。実行中のタスクがない場合には、直前に実行していたタスクのスタックを用いる。

表 1 及び表 2 に、割込み処理とタスクの一覧、それぞれが使用する最大のスタックサイズ、各割込み処理の割込みレベルを示す。割込みレベルは、数が小さいほど優先度が高いことを示す。割込み処理中は、その割込みよりも優先度の高い割込みだけが受け付けられる。ここで、リアルタイム OS が用いるスタックは考えず、タスクは割込みを禁止しないものとする。

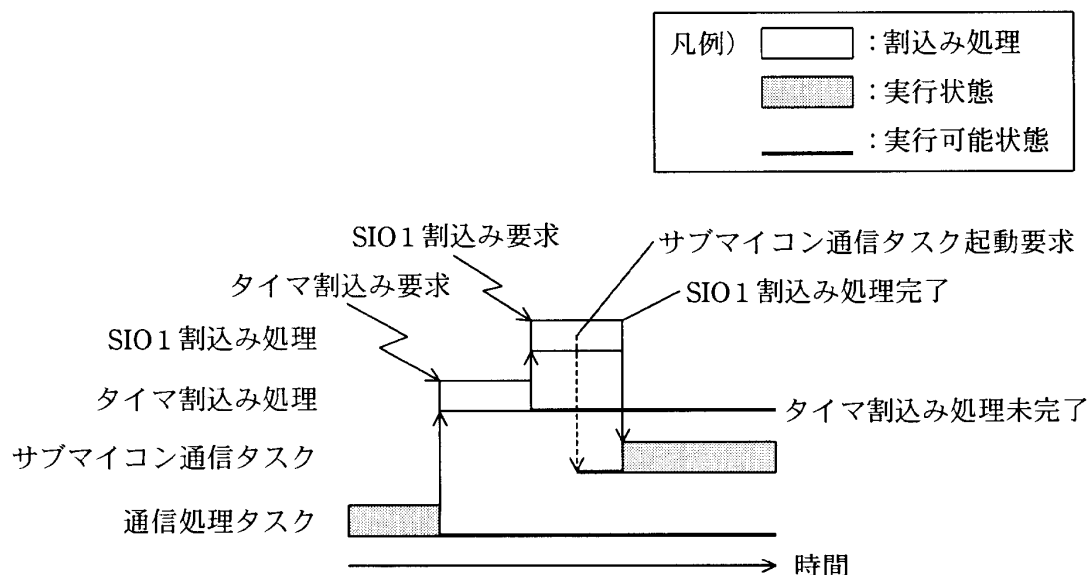


図 4 多重割込みの発生状況

表 1 割込み処理の一覧

割込み処理名	割込みレベル	最大使用スタックサイズ
SIO 1 割込み処理	1	60 バイト
SIO 2 割込み処理	2	48 バイト
タイマ割込み処理	2	120 バイト

表 2 タスクの一覧

タスク名	最大使用スタックサイズ
サブマイコン通信タスク	240 バイト
販売管理タスク	320 バイト
通信処理タスク	260 バイト
通信プロトコルタスク	500 バイト

- (1) 図 4 では、SIO 1 割込み処理内でサブマイコン通信タスクの起動を要求しているが、その後の処理に問題が発生している。どのような問題か。50 字以内で述べよ。また、この問題を解決するために、リアルタイム OS 内の割込み処理部分をどのように修正すればよいか。40 字以内で述べよ。
- (2) 表 1, 2 を用いて、メインマイコンで必要となるスタックサイズの合計値を求めよ。
- (3) リアルタイム OS を更に改造し、メインマイコンで必要となるスタックサイズの合計値を減らすには、どのようにすればよいか。50 字以内で述べよ。

問 4 携帯情報端末の改良に関する次の記述を読んで、設問 1 ～ 3 に答えよ。

携帯情報端末の外観を図 1 に、概略ブロック図を図 2 に示す。この携帯情報端末は使用可能時間をできるだけ長くするため、動作状態に応じて MPU の動作クロックを切り替える。さらに、一定時間使用していないときや電源電圧が低下したときには、元の状態に戻る（レジューム機能）ために必要な情報を DRAM に保存し、DRAM をセルフリフレッシュ状態とする。その後、マイコンを停止させた省電力状態にする（サスペンド機能）。また、再起動後はサスペンドする前の状態に戻る。

この携帯情報端末に赤外線学習リモコン機能の追加を検討している。赤外線学習リモコン機能とは、携帯情報端末のキースイッチ操作で、赤外線リモコンのボタンを押したときに送信される信号と同じ信号を送信できるようにする機能である。携帯情報端末は、使用したいキースイッチごとに赤外線リモコンの信号を受信して学習する。

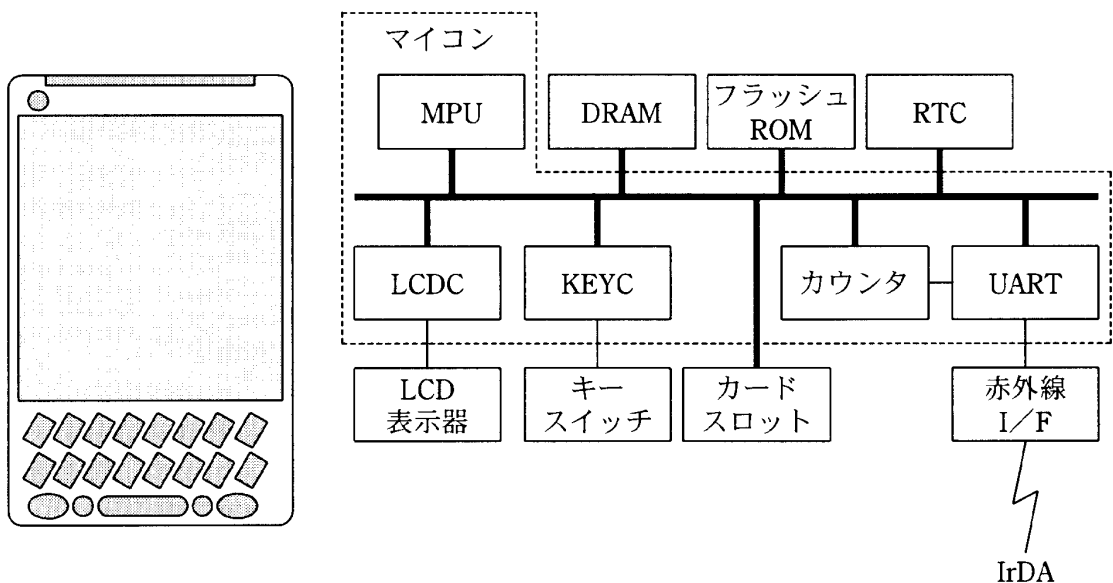


図 1 携帯情報端末の外観

図 2 携帯情報端末の概略ブロック図

対象とする赤外線リモコン信号の仕様を表に示す。赤外線リモコン信号の例を図 3 に示す。

表 対象とする赤外線リモコン信号の仕様

フォーマット種別		A	B	C
項目				
フレーム	フレーム長 (ミリ秒)	142	108	100
ヘッダ部	キャリアあり時間 (ミリ秒)	3.491	9	8
	キャリアなし時間 (ミリ秒)	1.756	4.5	4
データ部	データ (ビット列) (ビット)	48	32	32
	ビットデータが“0”のとき	キャリアあり時間 (ミリ秒)	0.436	0.562
		キャリアなし時間 (ミリ秒)	0.436	0.562
	ビットデータが“1”のとき	キャリアあり時間 (ミリ秒)	0.436	0.562
		キャリアなし時間 (ミリ秒)	1.309	1.688
EOF	キャリアあり時間 (ミリ秒)	0.436	0.562	0.5
キャリア	周波数 (kHz)	36.67	38	40
	デューティレシオ (%)	50	33.3	33.3

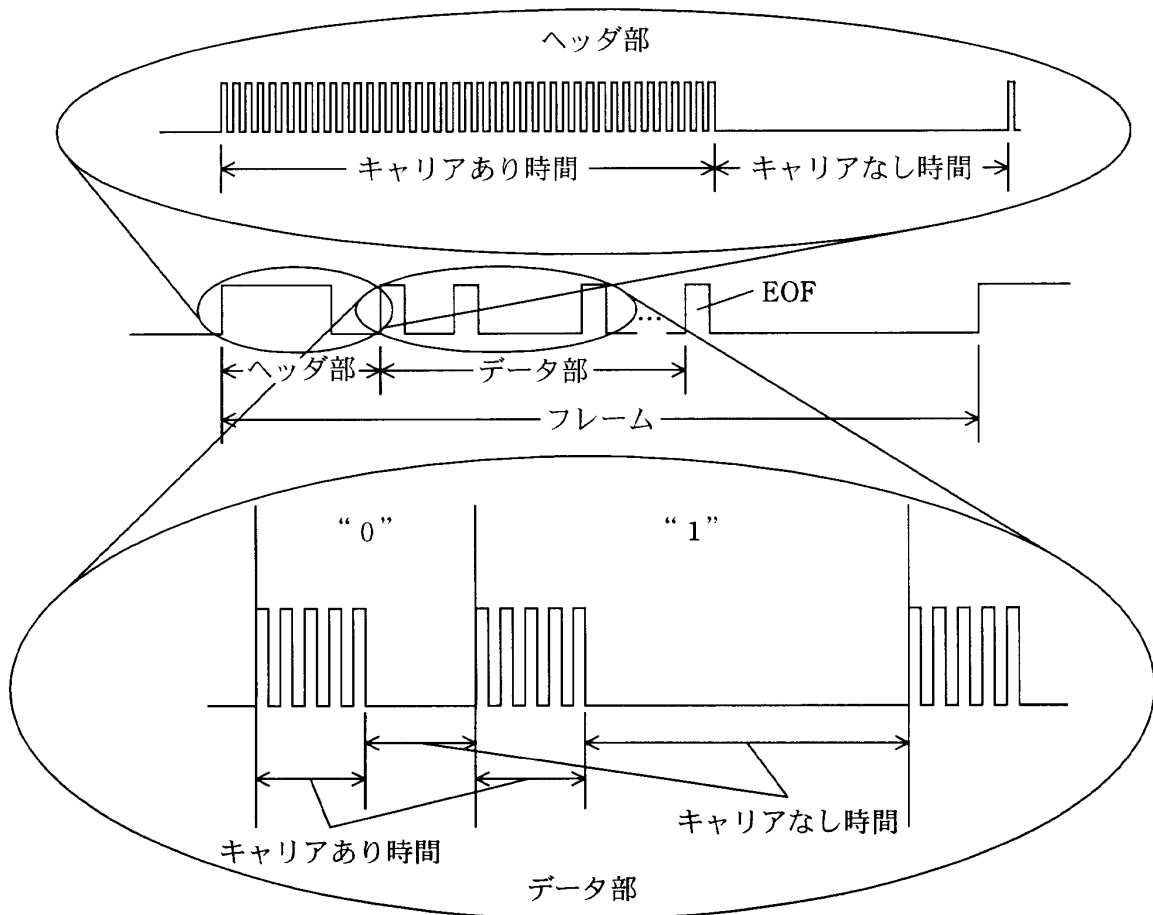


図3 赤外線リモコン信号の例

設問 1 改良のための仕様検討において、できるだけ軽量で連続使用時間を長くすることが要求されている。このため、リモコン専用で赤外線 LED を付加するだけで機能を実現することを検討した。次の問いに答えよ。

- (1) 赤外線学習リモコン機能で使用するキャリア時間測定のために、IrDA のボーレート生成で使用しているカウンタを兼用することにした。このように兼用できた理由は何か。50 字以内で述べよ。
- (2) 携帯情報端末は、表や図 3 に示す赤外線リモコン信号を送信する。赤外線を発光するときには連続して発光するのではなく、表に示すキャリア周波数及びデューティレシオで赤外線をオン／オフしている。学習するときには、受信した赤外線リモコン信号のキャリアあり／なしの時間をカウンタで測定する。受信した赤外線リモコン信号をどのような情報の組合せで記憶させればよいか。30 字以内で述べよ。

設問2 赤外線リモコン信号の学習及び送信の設計に関する次の問いに答えよ。

(1) 使用するカウンタの仕様及び動作について、次のような資料を作成してソフトウェア担当者に説明することにした。次の記述中の a ～

d に入れる適切な字句を答えよ。

- ・カウンタは図4の構成に示すように、タイマn（タイマ0、タイマ1）で構成する。これらは図5に示すような8ビットのタイマである。
- ・ a レジスタは、入力信号の有効エッジによってカウンタ回路の値をレジスタに記憶し、次のカウントクロックでカウンタをクリアするキャプチャ機能、又は前もって設定した値とカウンタ回路の値を比較し、一致したら次のカウントクロックで一致信号を出力するコンペア機能に使用できる。コンペア機能ではタイマの一致信号として b を出力し、更にカウンタ回路をクリアする。
- ・ c レジスタはコンペア機能だけに使用し、一致したら d を出力する。
- ・タイマ0とタイマ1をカスケード接続することで、16ビットカウンタとして動作可能である。
- ・動作モードは、次の三つである。
 - ① インターバルタイマ（デューティレシオ50％の方形波出力）機能
 - ② パルスゼネレータ（デューティレシオを可変）機能
 - ③ パルス幅測定機能

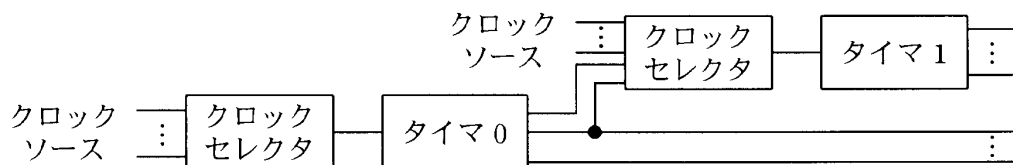


図4 カウンタの構成

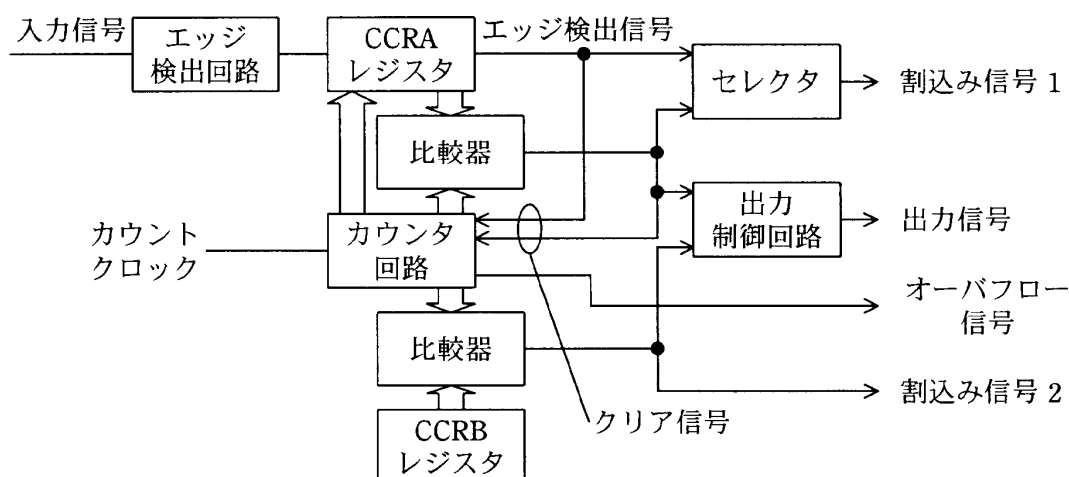


図5 8ビットタイマnのブロック図

(2) 赤外線リモコン信号を受信して解析する機能についての設計を行った。カウンタはタイマ0とタイマ1をカスケード接続し、16ビットカウンタとして使用する。カウンタのキャプチャ機能を利用して、赤外線のオン/オフする周期を測定する。

(a) 200 MHz のクロックをカウントクロックとし、40 kHz で赤外線がオン/オフしていた場合に得られるキャプチャ値を求めよ。ただし、0の状態からカウント開始した値を立上がりエッジでキャプチャするものとする。

(b) 最初のエッジ検出の割込み時にキャプチャした値は使用しない。その理由を、40字以内で述べよ。

(3) 赤外線リモコン信号を送信する機能についての設計を行った。表のフォーマットCの場合について、次の問いに答えよ。

(a) ヘッダの先頭から EOF の先頭までの時間の最大値と最小値を、ミリ秒単位で求めよ。

(b) タイマ0で40 kHzのキャリアを発生し、タイマ1でタイマ0の出力をカウントさせることを考える。カウントクロックとして、200 MHzを $1/32$ の周波数に分周した信号を用いる。発生させるキャリアの周波数とデューティレシオの誤差を最小とするには、タイマ0にどの動作モードを設定し、CCRAとCCRBレジスタにどのような値を設定すればよいか。答えは10進数で求めよ。

設問 3 赤外線リモコン信号の学習と送信についての不具合対策に関する次の問いに答えよ。

- (1) 赤外線リモコン信号の学習では、既存のリモコンと携帯情報端末を直接対面させて処理していた。それでも、キャリアあり時間での測定で、外来ノイズの影響によって、本来信号がないタイミングでキャプチャ動作を行い、キャプチャした値が異常値になることがあった。ソフトウェアではどのように対策すべきか。50 字以内で述べよ。
- (2) 赤外線リモコンモードで送信していたとき、電池の残量が少なくなると、ヘッド部が送信されず、数十ミリ秒周期で異常に短い送信を繰り返す状態が観測された。このときの電源電圧を観測したところ、図 6 に示すような波形であった。解析の結果、赤外線リモコン信号の送信を開始したときに電源電圧が異常に低下していた。赤外線リモコン信号を送信するには赤外線 LED に数百 mA の大電流を流す必要があり、電池の残量が減っていると急激に電源電圧が低下し、マイコンが停止していることが分かった。その後、電源電圧が高くなってマイコンが動作すると、携帯情報端末が元からもっていたある機能が動作する。このために、数十ミリ秒周期で予想外の動作を繰り返していた。動作したある機能とは何か。10 字以内で答えよ。また、対策として、その機能の仕様の一部をどのように変更すればよいか。50 字以内で述べよ。

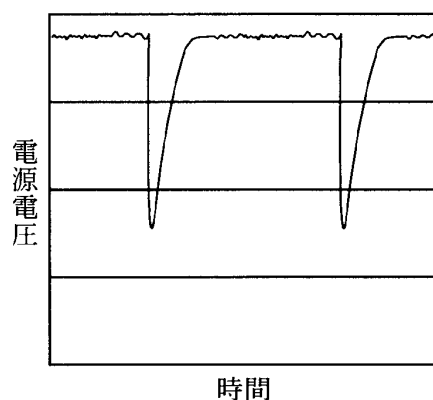


図 6 観測された電源電圧波形

〔 メ モ 用 紙 〕

〔 メ モ 用 紙 〕

〔 メ モ 用 紙 〕

9. 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) 受験番号欄に、**受験番号**を記入してください。正しく記入されていない場合は、採点されません。
 - (2) 生年月日欄に、受験票に印字されているとおりの**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。
 - (3) 選択した問題については、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、採点の対象になりません。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。
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、白紙であっても提出してください。
12. 試験時間中にトイレへ行きたくなったり、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、**14:20**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。