

**Controlador eletrônico de tráfego, com capacidade de 6 fases
semafóricas para controle de travessia de pedestres
1.18.03.0203-3**

1. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

- 1.1 O Controlador deverá operar em três situações específicas:
- a) como controlador de semáforos isolados;
 - b) como controlador de semáforos que integram uma rede de semáforos coordenados;
 - c) como controlador de semáforos que integram uma rede de semáforos centralizados, a partir de um Sistema Central.
- 1.2 No sistema coordenado, denominado rede semafórica, deverá haver um equipamento denominado "controlador-mestre" o qual deve ser o responsável pela operação sincronizada e coordenada de todo o conjunto de controladores que compõem a rede semafórica. O controlador-mestre deverá enviar comandos a seus controladores subordinados, designados como "controladores-escravos", de uma forma segura e periódica. Essas mensagens deverão ser enviadas através de cabo telefônico blindado (padrão CCE-APL-ASF-65), utilizando a interface serial EIA RS-485, numa configuração multiponto a fim de garantir máxima confiabilidade de operação.
- 1.3 Qualquer controlador poderá ser configurado para operar como controlador-mestre ou como controlador-escravo.
- 1.4 O controlador-mestre deverá ser capaz de comandar um número de até 10 (dez) controladores-escravos.

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BÁSICAS

- 2.1 O controlador de tráfego deverá possuir tecnologia digital, em estado sólido, dotado de microprocessador e de relógio digital.
- 2.2 O controlador deverá funcionar por controle de estágios.

3. FACILIDADES OPERACIONAIS

- 3.1 Deverá possuir painel frontal com as seguintes facilidades operacionais:
- a) chave liga/desliga dos circuitos lógicos do controlador e os LED'S dos grupos focais;
 - b) disjuntor para ligar/desligar os LED's dos grupos focais sem desligar os circuitos lógicos do controlador;
 - c) chave para solicitação do modo amarelo intermitente;
 - d) soquete para conexão do dispositivo que proporciona comando manual (push botton);
 - e) tomada com a tensão da rede de alimentação, com capacidade para 15A;
 - f) mostradores visuais que indiquem o modo de operação, plano corrente e falhas do controlador.
- 3.2 Todas as facilidades acima especificadas são devidamente identificadas, utilizando-se de termos consagrados pela Engenharia de Tráfego

A. Construção

- 3.3 O Controlador deverá utilizar circuitos integrados, os quais deverão ser montados em placas de circuito impresso com encaixe tipo plug in.
- 3.4 Deverá existir indicadores luminosos (LED - Diodo Emissor de Luz) em todas as funções principais dos circuitos como:
- a) energização e falha no microprocessador;
 - b) indicação de verdes conflitantes;
 - c) acionamento dos Grupos Focais e detecção de fase pedestre e veicular, permitindo assim, uma maior rapidez no diagnóstico e, conseqüentemente, maior rapidez na manutenção do mesmo.

B. Testes de verificação

- 3.5 Deverá ser feito em intervalos periódicos, o firmware do controlador deverá efetuar testes de verificação no microprocessador (cão-de-guarda) e nas memórias ("check sum") que compõe o sistema, assim como nos circuitos de detecção de verdes conflitantes (lógica redundante). Havendo identificação de uma falha, a mesma deverá ser sinalizada no painel, informando o tipo de falha.

C. Acionamento dos sinais luminosos

- 3.6 O controlador deverá possuir opção para acionar lâmpada LED ou módulo LED (sinais luminosos). O Controlador deverá ser capaz de acionar os grupos focais convencionais e também grupos focais com indicação de tempo semafórico, seja ele gradativo ou numérico.
- 3.7 Os circuitos que acionam os sinais luminosos deverão ser projetados para evitar que ocorram intervalos com situações visíveis de luzes apagadas ou de luzes simultâneas no mesmo grupo focal. O acionamento dos sinais luminosos deverá ser realizado por componente de estado sólido (TRIAC) e o disparo deverá ocorrer no instante de detecção de "zero crossing" da senóide, propiciando, assim, um aumento da vida útil dos led's.
- 3.8 Os circuitos que acionam os sinais luminosos deverão ser projetados para a utilização de LED, e trabalhar nas tensões de alimentação de 115, 127, 220 ou 240 (cento e dez, cento e vinte e sete, duzentos e vinte ou duzentos e quarenta) VCA. A potência das mesmas deverá ser de 10W a 15W, seja para grupos focais veiculares ou de pedestres.

D. Modularidade dos módulos de potência dos grupos focais

- 3.9 O controlador deverá apresentar uma configuração que permita receber módulos de potência (acionamento dos sinais luminosos) para que o mesmo possa controlar até 06 (fases semafóricas).
- 3.10 Cada módulo de potência deverá ser responsável pelo controle de 02 (duas) fases semafóricas.

E. Base de tempo dos parâmetros programáveis

- 3.11 As temporizações programáveis do controlador deverão ser derivadas do seu relógio interno, no qual o "segundo" é utilizado como mínima unidade de incremento. No entanto, no caso do parâmetro "extensão de verde", a resolução deverá ser de 0,1 (zero vírgula um) segundos.

F. Modo intermitente por hardware

3.12 O controlador deverá possuir circuito independente que permita a condição operacional de amarelo intermitente mesmo na falta do módulo lógico e/ou dos módulos de potência.

G. Verdes conflitantes

3.13 Deverá ser possível configurar, no controlador, quais grupos semafóricos poderão ter verdes simultâneos e quais grupos semafóricos não poderão ter verdes simultâneos.

3.14 A configuração de verdes conflitantes deverá ser específica e independente da tabela de associação de grupos semafóricos x estágios.

3.15 Deverá existir no controlador um monitoramento contínuo do estado de todas as fases verde, incluindo as de pedestres. A ocorrência de uma situação de verdes conflitantes deverá conduzir o controlador para amarelo intermitente em 0,5 (zero vírgula cinco) segundos.

3.16 O controlador deverá possuir o recurso de autoreset, da seguinte forma:

a) após a entrada no modo amarelo intermitente por motivo de falha, O controlador deverá fazer 03 (três) verificações a fim de constatar a permanência da falha. Caso seja verificada a inexistência da mesma, após qualquer uma das verificações, o controlador volta ao funcionamento normal, saindo do modo intermitente.

3.17 Mesmo que o controlador consiga voltar ao funcionamento normal, através do recurso de autoreset, a falha que o levou ao modo amarelo intermitente (embora não mais presente) deverá ser registrada na memória de dados EEPROM.

3.18 A monitoração da ocorrência de verdes conflitantes deverá ser feita de duas maneiras distintas pelo firmware:

a) através da monitoração por firmware dos acionamentos dos verdes do estágio, comparando-os com a informação de quais os verdes devem acender.

b) monitorando os verdes acionados e comparando-os com a informação de verdes conflitantes para o estágio.

3.19 O controlador deve possuir uma terceira monitoração de verdes conflitantes o qual constitui de um circuito para detecção de verdes conflitantes redundante, totalmente independente do microprocessador através de circuitos lógicos capazes de decidir pelo desligamento da contatora de verdes e imposição do amarelo intermitente por hardware, este circuito deve ser baseado em uma memória EPROM que será gravada através de software dedicado e um gravador.

H. Monitoração dos focos vermelhos dos grupos focais

3.20 Deverá possuir circuito de monitoração dos focos vermelhos para cada fase semafórica, de tal forma que o controlador entre no modo amarelo intermitente no caso de ausência total da cor vermelha em qualquer uma das fases programadas, caso seja programado para tal ação.

I. Falha de energia

3.21 Na ocorrência de falha de energia durante um período maior que 50ms (cinquenta) milissegundos, o controlador deverá deixar de funcionar e entrar em operação. Deverá possuir bateria de lítio para alimentar o relógio interno. Todos os parâmetros já programados deverão ser mantidos na memória EEPROM e quando a energia for restaurada à normalidade, o retorno do funcionamento do controlador deverá obedecer à "sequência de partida".

J. Sequência de partida

3.22 Quando os sinais luminosos dos grupos focais são energizadas (independentemente se o controlador estiver ligado ou não) ou ao restaurar-se a energia no controlador à normalidade, os grupos focais veiculares, antes de mudarem para o estágio requerido, devem permanecer 5s (cinco) segundos em amarelo intermitente (os grupos focais de pedestre devem permanecer apagados durante este período), seguidos por 3s (três) segundos de vermelho em todos os grupos focais (inclusive os grupos de focais de pedestre).

3.23 O controlador deverá disponibilizar um recurso adicional, possibilitando que os grupos focais de pedestres possam ser configurados para vermelho intermitente ao invés de permanecerem apagados nos primeiros 05s (cinco) segundos da energização.

K. Saída do modo intermitente

3.24 Independentemente do motivo que tenha conduzido O controlador ao modo intermitente, este deverá impor vermelho geral a todos os seus grupos (inclusive os de pedestre) durante 3s (três) segundos, imediatamente após a saída do modo intermitente.

L. Detetores de pedestres (botoeiras)

3.25 O controlador deverá dispor de recurso que permita a ocorrência de estágios apropriados para pedestres em função do acionamento de detetores de pedestres. O detetor de pedestres consiste em um conjunto de botoeiras (contatos normalmente abertos) instaladas em locais de travessia de pedestres. Estes botões, ao serem pressionados, transmitem ao controlador uma solicitação de tempo de verde para os pedestres, através da inserção de estágios adequados (estágios de demanda de pedestres).

3.26 A interface entre a botoeira de pedestre e o controlador, denominada de Módulo detetor de pedestre é parte integrante do controlador.

3.27 A placa detetora de pedestre deve possuir indicadores luminosos (LED - Diodo Emissor de Luz) referentes ao acionamento das botoeiras de pedestres. Estas indicações devem ser visíveis nas condições de luminosidade diurna e noturna, a que o controlador deve estar submetido quando instalado.

M. Módulo de comunicação da CTA

3.28 O Módulo de comunicação (MC-CTA) deve ser composto por dois elementos básicos: placa de comunicação CTA, controlador serial e placa de comunicação serial RS232. A placa de comunicação CTA e o controlador serial tem a função de

- comunicar com o software de "Controle de Tráfego Adaptativo-CTA" em Tempo Real.
- 3.29 Recebendo os comandos referentes a execução dos tempos de cada estágio e sequência de execução dos mesmo, deve enviar o estado de funcionamento do controlador com relação as fases, estágios e detectores. Deve permitir desta forma que o controlador trabalhe em modo sincronizado adaptativo enviando a situação de tráfego para o software CTA através dos detectores (sensores na via). A placa de comunicação serial RS232 tem a função de converter os sinais no padrão RS232 para sinais TTL adequados a interface de comunicação do controlador de tráfego.
- 3.30 O módulo de comunicação (MC-CTA) deve possuir slot para inserção de uma EPROM ou EEPROM com os parâmetros necessários para sua identificação no software CTA e para monitoramento do funcionamento do controlador. Por sua vez o controlador deve estar programado com os mesmos parâmetros. O (MC-CTA) deve enviar periodicamente ao controlador data e hora, para que o mesmo fique com seu relógio atualizado.
- 3.31 Uma vez que o módulo de comunicação estabeleça uma comunicação estável, ele passa a trabalhar em modo adaptativo, nesse instante o tempo de verde de estágios possíveis de extensão, passa a ser controlado pelo software CTA.
- 3.32 Se houver mais de um controlador conectado ao mesmo sistema CTA, os controladores devem estar funcionando de maneira sincronizada, além de adaptativo ao fluxo de veículos.

N. Equipamento de programação

- 3.33 As funções de programação e verificação deverão ser executadas através do equipamento de programação ao qual é constituído de teclado e display, devendo ser este parte incorporado ao controlador.
- 3.34 O programador não poderá ser do tipo portátil.
- 3.35 Todas as teclas devem ser identificadas e as mensagens no display apresentadas em linguagem de Engenharia de Tráfego e na língua portuguesa.
- 3.36 O display deverá ser alfanumérico, apresentando 2 (duas) linhas com 16 (dezesesseis) caracteres cada e possuir iluminação própria ("back lighth").
- 3.37 O equipamento de programação deve apresentar um teclado operacional que possui teclas especiais de funções e comandos.
- 3.38 O equipamento de programação deve possuir condições de ser operado sob a incidência direta ou ausência total de luz artificial ou natural.

4. CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

A. Sequência de cores

- 4.1 O controlador deve permitir a seguinte sequência de cores para os semáforos:
- a) grupos focais veiculares: verde-amarelo-vermelho;
 - b) grupos focais pedestres: verde-vermelho intermitente-vermelho.

B. Período de entreverdes e tempos de segurança

- 4.2 Os valores dos tempos que compõem o período de entreverdes podem ser programados, independentemente, para cada estágio bem como para cada um dos planos.
- 4.3 O período de entreverdes é composto pelos seguintes parâmetros:
- a) período de amarelo e/ou vermelho intermitente, ajustáveis entre 0 (zero) e 15 (quinze) segundos, com resolução de um segundo;
 - b) período de vermelho de limpeza (vermelho estendido), ajustáveis, entre 0 (zero) a 15 (quinze) segundos, com resolução de um segundo. O tempo de vermelho de limpeza, quando diferente de zero, pode ser implementado imediatamente após o período de amarelo e/ou vermelho intermitente.
- 4.4 O tempo de segurança deverá ser:
- a) tempo de verde de segurança, programado, entre 0 (zero) e 15 (quinze) segundos, com resolução de um segundo;
- 4.5 O tempo de verde de segurança deve ser programável para cada estágio.
- 4.6 Em qualquer um dos modos de operação, o período de entreverdes e os tempos de segurança não podem ser desrespeitados, inclusive na troca de planos ou na troca de modos.

C. Estágios

- 4.7 Os estágios podem ser classificados:
- a) quanto à duração: fixos ou variáveis
 - b) quanto à ocorrência dentro do ciclo: dispensáveis (não obrigatórios) e indispensáveis (obrigatórios)
- 4.8 Os estágios fixos devem ter duração fixa, enquanto os estágio variáveis duração determinada pelas solicitações provenientes dos detetores veiculares.
- 4.9 Os estágios indispensáveis devem sempre ocorrer em todos os ciclos, enquanto que os estágios dispensáveis são omitidos no ciclo em que não houve registro de demanda (através de detetores veiculares ou de detetores de pedestres) na memória do controlador.
- 4.10 Cada estágio pode ser configurado, para cada plano, em uma das seguintes possibilidades:
- a) estágio fixo dispensável (não obrigatório);
 - b) estágio fixo indispensável (obrigatório);
 - c) estágio variável dispensável (não obrigatório);
 - d) estágio variável indispensável (obrigatório).
- 4.11 Os estágios que exigem demanda de pedestres, sempre serão configurados como estágios fixos dispensáveis.
- 4.12 Os estágios fixos dispensáveis veiculares comportam-se do mesmo modo que os estágios fixos dispensáveis para pedestres.
- 4.13 O tempo de cada estágio pode variar entre 0 (zero) e 227 (duzentos e vinte e sete) segundos, com resolução de um segundo. O tempo de verde de cada estágio pode ser de até 199 (cento e noventa e nove) segundos, existindo ainda o recurso de se utilizar repetição de estágios para configuração de um tempo de verde ainda maior.
- 4.14 A temporização dos estágios é programável, independentemente, para cada um dos planos.

- 4.15 A programação da configuração dos estágios em relação aos grupos semaforicos (tabela estágios x fases) não sofre restrição alguma, a menos, evidentemente, daquela imposta pela configuração dos verdes conflitantes.
- 4.16 O controlador deve fazer consistência entre a tabela estágios x fases com a configuração dos verdes conflitantes, de forma a impedir a inserção de dados incompatíveis.
- 4.17 Qualquer estágio pode ser configurado como estágio de pedestres ou veicular.

D. Capacidade

- 4.18 O controlador deve apresentar a seguinte capacidade:
 - a) 6 (seis) grupos semaforicos (fases), sendo que qualquer um destes grupos pode ser configurado como grupo veicular ou como grupo de pedestres;
 - b) 08 (oito) estágios, além de 01 (um) estágio prioritário;
 - c) 24 (vinte e quatro) eventos de ativação de planos (tabela de horários ou de trocas de planos);
 - d) 4 (quatro) detetores veiculares e, além disso, 2 (dois) detetores de pedestres.

E. Estágio prioritário

- 4.19 O controlador deve permitir a programação de um estágio prioritário, o qual possibilita a programação de tempo de verde e entreverdes e a sobreposição imediata aos demais estágios quando solicitado por demanda de contato seco, após o estágio corrente ter cumprido o tempo de segurança atuante no momento da detecção.

F. Mudança de planos e mudança de modos

- 4.20 Deve ser possível programar o controlador para atender 24 (vinte e quatro) eventos de ativação de planos (tabela de trocas) que possuem resolução de um segundo.
- 4.21 Cada plano deve ser ativado a partir de um horário e de um mecanismo que permita configurar para quais dias da semana essa ativação é válida.
- 4.22 A metodologia utilizada para troca de planos, deve seguir o método "Modified Abrupt Method", conforme descrito no relatório 879 do Transport and Road Research Laboratory (TRRL).
- 4.23 Quando da mudança de planos ou modos de operação, devem existir mecanismos que assegurem proteção contra o desrespeito aos tempos de entreverdes e contra a ocorrência de tempos de verde excessivamente curtos (tempo de verde de segurança).
- 4.24 Para todo o acerto de relógio do controlador, o plano vigente deve ser ressinchronizado, ou mesmo substituído, de modo a se adequar novamente à tabela de mudanças (trocas) de planos e aos parâmetros do plano correspondente.
- 4.25 A ressinchronização não deve afetar as memorizações de demanda para os estágios dispensáveis - exceto quando estes desaparecem após o ressinchronismo.
- 4.26 Dois acertos consecutivos de relógio, devido a uma diferença igual ou maior a ± 1 (um) segundo em relação ao horário do

relógio do controlador-mestre, considerando-se a periodicidade de 5 (cinco) minutos, configuram uma situação de falha do relógio.

- 4.27 A situação de falha não pode impedir os acertos subseqüentes do relógio.

G. Equipamento de programação

- 4.28 O equipamento de programação do controlador deve ser capaz de executar as seguintes funções:

- a) introdução inicial e reprogramação da hora do dia (horas, minutos e segundos) e do dia da semana, referentes ao relógio interno do controlador;
- b) programação e alteração, total e parcial, da tabela de horários (tabela de trocas de planos);
- c) programação e alteração do tipo de estágio, ou seja, se indispensável ou dispensável, se fixo ou variável;
- d) programação e alteração, total ou parcial, dos parâmetros que compõem cada um dos planos;
- e) programação e alteração da associação de detetores a estágios;
- f) leitura e verificação da integridade de todo e qualquer parâmetro armazenado na memória de dados na EEPROM;
- g) leitura e monitoração do relógio interno do controlador;
- h) leitura e monitoração das indicações de falha.

- 4.34. O controlador deve registrar, os últimos 40 (quarenta) eventos de falhas (entrada e saída de uma falha) com a indicação do código da falha, dia da semana e horário da ocorrência e dia da semana e horário da volta ao funcionamento normal. Dentre as quais citamos: falhas de energia, verdes conflitantes, tempo de máxima permanência num estágio, falhas de comunicação, falhas de relógio, falhas nos detetores veiculares e nas botoeiras de pedestres e outros. A não indicação do dia da semana e horário da volta ao funcionamento normal significa a permanência da falha. Uma falha em aberto não pode ser apagada da memória do controlador.

Por medida de segurança, as seguintes alterações somente são efetuadas após acionamento da chave de solicitação do modo amarelo intermitente:

- a) configuração da tabela de verdes conflitantes;
- b) programação da tabela de estágios x fases (grupos semaforicos)

- 4.35. As demais alterações na programação semaforica, tais como tempos de verde, entreverdes, defasagem, etc. podem ser efetuadas sem nenhuma restrição.

- 4.36. Qualquer alteração na programação do plano corrente deve vigorar de imediato, no próprio ciclo em que foi introduzida a alteração. Se não é mais possível, a alteração é implementada no ciclo seguinte.

- 4.37. O controlador deve possuir o recurso de programação e alteração dos parâmetros, através de senha numérica única, com dois dígitos, pré-gravada em seu firmware.

- 4.38. O acesso apenas para leitura aos parâmetros já programados no controlador não deve ser efetuado através de senha.

5. MODOS DE OPERAÇÃO

- 5.1 O controlador deve apresentar os seguintes modos de operação:
- a) intermitente: todos os grupos focais veiculares operam em amarelo intermitente, enquanto que os grupos focais de pedestres permanecem apagados;
 - b) manual: a duração dos estágios é imposta pelo operador (através do plug), de acordo com sequência preestabelecida no controlador e respeitando tempos de segurança programados;
 - c) isolado a tempos fixos: o controlador processa uma série de parâmetros internos e, a partir daí, comanda os correspondentes grupos focais;
 - d) isolado atuado: a duração e/ou existência dos estágios é decorrente da ativação dos detetores veiculares e/ou pedestres, permitindo extensões de verde até um máximo programado;
 - e) coordenado a tempos fixos: o controlador opera de forma sincronizada e coordenada com outros controladores, em função de parâmetros internos e de mensagens trocadas com outras unidades da rede;
 - f) centralizado: o controlador opera subordinado a uma central de controle de tráfego;

A. Descrição dos modos de operação

- 5.2 **No modo intermitente**, todos os grupos focais veiculares operam em amarelo intermitente e todos os grupos focais de pedestres permanecem apagados ou em intermitente, conforme opção programável.
- 5.3 Este modo deve ser acionado a partir dos seguintes eventos:
- c) requisição, através de chave, para solicitação de amarelo intermitente;
 - d) detecção, pelo próprio controlador, de alguma falha que possa comprometer a segurança do trânsito de veículos e/ou de pedestres (detecção de verdes conflitantes, falta de fase vermelha, tempo de verde excessivamente curtos, etc.);
 - e) quando da energização das lâmpadas dos grupos focais ou ao restaurar-se a energia no controlador (sequência de partida);
 - f) por requisição interna do controlador, devido à chamada de um plano, caracterizado como intermitente, durante um período programado;
- 5.4 Ao sair deste modo de operação, o controlador deverá impor 3 (três) segundos de vermelho integral para todos os grupos focais.
- 5.5 Quando o controlador-mestre está operando neste modo devido ao acionamento da chave para solicitação de amarelo intermitente, o mesmo deverá continuar a enviar os comandos necessários para os controladores-escravos a ele subordinados, como se estivesse funcionando em modo coordenado a tempos fixos.
- 5.6 **No modo manual**, a operação do controlador deve ser efetivada pela inserção, através de plug, (dispositivo de comando manual) na entrada apropriada, que está localizada no painel do módulo lógico inteligente. O dispositivo é uma chave de contato momentâneo, tipo "push-button" normalmente aberto (NA), ligado ao plug de áudio (mono) tipo P10 através de cabo espiralado, usualmente utilizado em telefone.

- 5.7 O modo manual só poderá ser efetivado através da inserção do plug, não é possível a operação deste modo através do equipamento programador.
- 5.8 Durante a operação em modo manual, os tempos de entreverdes e a sequência de estágios não são determinados pelo operador, mas pela programação interna do controlador.
- 5.9 Deverá existir mecanismos de segurança que evitem a ocorrência de tempos de verde excessivamente curtos (tempo de verde de segurança).
- 5.10 Quando o controlador-mestre estiver sendo operado em modo manual, deverá continuar a enviar os comandos necessários para os controladores-escravos a ele subordinados, como se estivesse funcionando em modo coordenado a tempos fixos.
- 5.11 **No modo isolado a tempos fixos**, o controlador deve seguir a sua programação interna, mantendo tempos fixos de estágios, de acordo com os valores especificados pelo plano vigente.
- 5.12 A temporização dos estágios é derivada de seu relógio digital, controlado por cristal e sincronizado à rede de alimentação elétrica.
- 5.13 As trocas de planos são implementadas através da tabela de trocas de planos, tomando como referência o mesmo relógio que especifica os parâmetros de horário, ou seja, segundos, minutos, horas e dias da semana.
- 5.14 Neste modo não há estágios de duração variável, podendo haver, entretanto, estágios fixos dispensáveis.
- 5.15 A solicitação de estágio fixo dispensável, tanto para pedestre quanto veicular, atende aos requisitos descritos a seguir:
- a) solicitação da demanda ocorrida após o término do estágio correspondente (ou, no caso da sua não ocorrência, após a sua omissão), é memorizada pelo controlador, o qual propicia o estágio requerido no próximo ciclo.
 - b) solicitação da demanda é cancelada quando O controlador atender a tal solicitação.
 - c) solicitação da demanda ocorrida durante o verde do estágio requerido é desconsiderada pelo controlador.
 - d) solicitação de demanda ocorrida durante os entreverdes do estágio requerido é memorizada pelo controlador.
 - e) solicitação de demanda ocorrida antes do estágio requerido é atendida pelo controlador no próprio ciclo.
- 5.16 O controlador deverá ser capaz de operar com até 4 (quatro) detetores veiculares e 2 (dois) detetores de pedestres simultaneamente.
- 5.17 Um mesmo detetor veicular pode acionar estágios diferentes em planos diferentes.
- 5.18 Na condição de falha de um detetor veicular, os estágios dispensáveis a ele associado passam a ser considerados indispensáveis.
- 5.19 **No modo isolado atuado**, o controlador segue a sua programação interna, de acordo com os valores especificados pelo plano vigente.
- 5.20 A temporização dos estágios é derivada de seu relógio digital, controlado por cristal e sincronizado à rede de alimentação elétrica.
- 5.21 As mudanças de planos devem ser implementadas através da tabela de trocas de planos, tomando como referência o mesmo

- relógio que especifica os parâmetros de horário, ou seja, segundos, minutos, horas e dias da semana.
- 5.22 No modo isolado atuado pode haver ou não estágios dispensáveis.
- 5.23 É possível programar qualquer um dos estágios como estágio fixo ou atuado. Para o estágio ser fixo, no modo isolado atuado, basta não possuir nenhum detetor associado, ou, possuir tempo de verde mínimo igual ao verde máximo do estágio.

6. CARACTERÍSTICAS GERAIS DE PROJETO E CONSTRUÇÃO

A. Alimentação, aterramento e interferências

- 5.1 O controlador deve funcionar na frequência de 60Hz ($\pm 5\%$) e 127 / 220 (cento e vinte e duzentos e vinte) VCA ($\pm 20\%$).
- 5.2 A maneira de se mudar de uma tensão para outra deverá ser através de chave seletora, localizada no painel do controlador.
- 5.3 O controlador deve ser protegido totalmente contra sobrecorrentes, correntes de fuga, choques elétricos e sobretensões, através da utilização de disjuntores termomagnéticos e diferenciais-residuais (opcional), fusíveis, varistores, filtros de linha e aterramento (NBR 5410).
- 5.4 O controlador deve apresentar chave liga-desliga geral, localizada no painel do controlador, internamente ao gabinete e devidamente identificada.
- 5.5 O controlador deve possuir uma tomada universal com pino terra e com tensão da rede de alimentação, com capacidade para 15A (quinze).
- 5.6 A tomada deve possuir suas próprias proteções, a fim de que curto-circuito ou sobrecorrentes na mesma não causem danos ao funcionamento do controlador.
- 5.7 O controlador deve possuir borneira independente, dotada de sistema de conexão por mola, para ligação de cabo alimentador com 6mm^2 (seis) milímetros quadrados de seção.
- 5.8 O controlador deve dispor de ponto de conexão próprio para aterramento, sendo isto realizado através de borneira independente, dotada de sistema de conexão por mola, com 16mm^2 (dezesesseis) milímetros quadrados de seção.
- 5.9 Todas as partes metálicas do controlador, assim como a blindagem do cabo de comunicação, quando utilizado, devem ser ligadas ao terra, conforme norma ABNT NBR 5410. Todos os pontos de terra convergem a um único ponto, o qual é conectado ao cabo de terra ligado à haste de aterramento.
- 5.10 O controlador deve possuir filtros de linha e filtros internos, evitando que sinais espúrios prejudiquem seu correto funcionamento.

B. Empacotamento mecânico

- 5.11 O controlador deve apresentar concepção modular e todas as partes que executam funções idênticas devem ser intercambiáveis.
- 5.12 Todas as partes que constituem o controlador devem ter proteção anti-corrosão. O gabinete deve ser fabricado em chapa de alumínio e submetido a tratamento anti-corrosão para protegê-lo, interna e externamente.

- 5.13 As partes removíveis ou modulares que contêm equipamentos elétricos que integram o controlador devem ser efetivamente ligadas ao aterramento.
- 5.14 Os fios internos são dispostos em rotas adequadas, de modo que nunca são atingidos por portas ou qualquer outra parte móvel.
- 5.15 O gabinete que aloja o controlador deve possuir abertura na parte inferior para saída dos cabos. Essa abertura deve ser projetada de tal forma que evita a entrada de poeira, chuva ou insetos.
- 5.16 As partes encaixáveis e modulares do controlador são fixados por conectores que os impedem de cair ou se desarranjarem caso ocorram vibrações excessivas ou operações inadvertidas.
- 5.17 A substituição de módulos deve ser executada com facilidade e rapidez.
- 5.18 Na parte interna do controlador deve existir um compartimento para se guardar documentos (papéis) referentes ao equipamento e a programação.
- 5.19 A porta deverá vir provida de fechadura com chave.
- 5.20 A chave que abre e fecha a porta do gabinete só deve sair da fechadura quando a porta estiver trancada.
- 5.21 A fechadura deve ser construída de tal forma a dificultar a ação de vandalismo em geral, possuindo segredo, evitando arrombamento através de chave de fenda ou alicate.
- 5.22 Toda a ligação do controlador com o meio externo é feita através do gabinete que o aloja (alimentação elétrica, saídas para acionamento dos sinais luminosos dos semáforos e entradas para os detetores).
- 5.23 As conexões com os sinais luminosos dos grupos focais devem ser realizadas através de borneira totalmente independente aos módulos. A borneira deve ser dotada de sistema de conexão por mola e possuir tamanho compatível com a capacidade máxima de saída dos módulos de potência com $2,5\text{mm}^2$ (dois vírgula cinco) milímetros quadrados de seção.
- 5.24 O controlador deve prever a existência de um borne para cada fio proveniente dos sinais luminosos dos grupos semaforicos, inclusive para o fio "retorno" dos mesmos, sendo todos identificados através de cores das luzes e número dos grupos semaforicos (fases).
- 5.25 O controlador pode ser instalado base de concreto, coluna base ou coluna semaforica simples.
- 5.26 O controlador deverá vir com a inscrição "PMMC-SMT" na porta frontal.
- 5.27 O gabinete é construído com chapas de alumínio de 2,5 mm de espessura e pintado em tinta epóxi-pó anti-corrosão e não apresenta ângulos salientes, isto é, os "cantos externos" do gabinete são arredondados.
- 5.28 O controlador alojado em seu gabinete funciona em campo, com temperatura ambiente externa na faixa de 0 (zero) a 65 (sessenta e cinco) graus Celsius, com insolação direta; umidade relativa do ar de até 95% (noventa e cinco por cento); atmosfera com presença de elementos oxidantes, corrosivos, oleosos e partículas sólidas; e precipitação pluviométrica de até 3.000 (três mil) mm/ano.
- 5.29 O gabinete do controlador deverá satisfazer plenamente às recomendações da norma ABNT NBR 6146.

- 5.30 O projeto mecânico do controlador deve facilitar ao máximo o acesso e a reposição de conjuntos, subconjuntos e placas eletrônicas.

C. Parte elétrica

- 5.31 Todas as placas com componentes (que compõem o equipamento) devem ser 100% (cem por cento) em circuito impresso, sem nenhum jump em wire-wrap ou similar.
- 5.32 As placas de circuito impresso devem ser confeccionadas em fibras de vidro translúcidas de alta qualidade e resistência mecânica.
- 5.33 Os soquetes para circuito integrado, independentemente da quantidade de pinos, devem possuir pinos torneados e vida útil de no mínimo 1.000 (um mil) inserções/extrações.
- 5.34 Após a soldagem dos componentes, o conjunto formado pela placa e componentes deve ser protegido com verniz apropriado.
- 5.35 Ao lado dos componentes devem ser impressos seus símbolos normalizados, utilizando os mesmos códigos empregados nos esquemas elétricos correspondentes.
- 5.36 Todas as placas e módulos que compõem o controlador possuem devem possuir identificação contendo o código do módulo ou placa e o número de série.
- 5.37 O disjuntor para ligar/desligar os sinais luminosos dos grupos focais, deve desligar totalmente a energização, através da interrupção total da(s) fase(s) nas mesmas, independentemente da alimentação utilizada.
- 5.38 Os circuitos lógicos do controlador não devem sofrer qualquer alteração de funcionamento devido ao manuseio do referido disjuntor.
- 5.39 Ao desligar o disjuntor, os mostradores visuais internos do controlador, relativos aos grupos semafóricos, devem continuar a mostrar a operação do plano programado, e sinalizado que o disjuntor está desligado (erro disjuntor das fases semafóricas aberto).
- 5.40 O módulo de potência devem conter circuitos de acionamento para 2 (dois) grupos semafóricos completos e mais pedestres paralelo.
- 5.41 Cada saída, referente a uma determinada cor, pode fornecer, no máximo, corrente de 6A (seis) A, independentemente da tensão de alimentação utilizada.
- 5.42 A fiação entre os módulos de potência e a borneira de saída para os sinais luminosos devem ser totalmente anilhadas. Esta fiação deve ter dimensão (bitola) compatível com a potência máxima de saída do módulo, com $1,5\text{mm}^2$ (um vírgula cinco) milímetros quadrados de seção.
- 5.43 As saídas de módulos de potência devem ser totalmente eletrônicas (TRIACs), e protegidas contra curtos-circuitos e interferências. Para isso devem ser dotados de fusíveis e isoladores (varistores).
- 5.44 O acionamento dos sinais luminosos deve ser feito por elementos de estado sólido (TRIACs) e o disparo deve ocorrer no instante de detecção de zero crossing, propiciando, assim, um aumento da vida útil dos módulos ou lâmpada LED.
- 5.45 O controlador deve possuir proteção independente para todos os grupos semafóricos, existindo, portanto, fusíveis compatíveis 10A em cada fio de retorno dos mesmos.

- 5.46 A memória de armazenamento de programas, da CPU do equipamento, deve apresentar possibilidade de expansão de mais de 20% (vinte por cento), visando implementações de futuras facilidades.
- 5.47 As memórias que contêm os programas de aplicação (parâmetros ou programação) e operacionais (firmware) do controlador não podem ser voláteis ("EEPROM").
- 5.48 O controlador deverá possuir dispositivos de proteção de dois estágios, com centelhadores a gás e tranzorbs, contra indução eletromagnética, descargas elétricas e interferências, de modo a alcançar a plena compatibilidade com o ambiente em que irá operar. Assim sendo, será garantida a operacionalidade do controlador para que sinais espúrios, tanto irradiados pelo ambiente, quanto conduzidos pela rede de alimentação e/ou pelo cabo de comunicação, não causem erros ao seu funcionamento.
- 5.49 O controlador-mestre deverá ser capaz de comandar os respectivos controladores-escravos a uma distância de até 1.500m (mil e quinhentos) metros, sem que seja necessária a utilização de equipamentos repetidores. A comunicação entre os controladores é viabilizada através de cabo telefônico blindado, padrão CCE-APL-ASF-65. Neste caso, devem ser utilizados resistores nos dois controladores localizados nas extremidades da rede, visando o casamento de impedâncias.
- 5.50 Os conectores devem ser resistentes ao desgaste e à deterioração provocadas pelas condições ambientais e pelas condições de trabalho, não estando expostos à ação de fadiga mecânica ou oxidação.
- 5.51 Com exceção dos conectores dos módulos de potência, as superfícies de contato dos conectores devem ser recobertas por uma película de ouro. Esta película têm espessura tal que é considerada uma "camada".
- 5.52 Os conectores das placas devem possuir guia a fim de que o encaixe das mesmas seja feito corretamente, nos locais apropriados, não possibilitando, portanto, que as placas com
- 5.53 O módulo, quando instalado, deverá possibilitar o travamento de modo a evitar sua desconexão acidental ou a ocorrência de maus contatos, através da tampa interna ou similar.
- 5.54 Os módulos do controlador deverão ser de fácil acesso, não sendo encapsulados ou hermeticamente selado.
- 5.55 O controlador fornecerá meios de indicação que asseguram a rápida identificação de uma unidade ou módulo defeituoso.
- 5.56 Todas as partes do controlador deverão ser alimentadas por fonte de alimentação adequada, cujas principais características devem ser:
- a) tensões de saída reguladas para alimentação dos dispositivos eletrônicos, com precisão de 5% (cinco por cento).
 - b) proteção eletrônica contra curto-circuito, sobrecarga, circuito aberto, sobretensão e subtensão;
 - c) fusíveis com acesso externo ao módulo de fonte, onde consta a indicação, na língua portuguesa, do tipo de fusível e sua capacidade de corrente.
- 5.57 Os circuitos eletrônicos do controlador deverão possuir tolerância de até $\pm 5\%$ (cinco por cento) nas tensões reguladas de alimentação destes.
- 5.58 O controlador deverá estar equipado de forma a permitir o funcionamento com sua capacidade de grupos semafóricos, ou

seja, possuir toda a estrutura (fiação, módulo elétrico, etc.) para que, independentemente do fornecimento solicitado, possam, através do simples adição de módulos de potência, controlar configurações que variem entre o número mínimo e o número máximo de grupos semafóricos permitidos pelo controlador.

D. Relógio e bateria

- 5.59 A referência de tempo do controlador deve ser obtida por um relógio baseado num cristal quartzo de precisão, de 1 (um) em 100.000 (cem mil). Deve ser construído com circuitos integrados com baixo consumo de energia, para que, na falta de rede elétrica pública, seja alimentado por uma bateria interna.
- 5.60 O relógio deverá sincronizar com a frequência da rede desde que essa permaneça na faixa de 60 (sessenta) Hz \pm 5% (cinco por cento).
- 5.61 Quando ocorre falta de energia elétrica o relógio deverá continuar funcionando no modo "stand by" (baixo consumo).
- 5.62 Caso haja interrupção da alimentação fornecida pela rede elétrica, entra em operação uma bateria que alimenta o relógio do controlador.
- 5.63 O controlador não poderá utilizar bateria recarregável, mas sim um modelo composto de lítio que não libere elementos corrosivos e nem gases venenosos, além de não requerer manutenção preventiva.
- 5.64 A bateria deverá proporcionar alimentação ao relógio interno, de forma contínua, por um período de 10 (dez) anos, com o controlador desligado.
- 5.65 A bateria do controlador deverá ser incorporada ao circuito integrado de relógio.