

**REGULADOR SEMAFÒRIC**  
**ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES I FUNCIONALS**

**Barcelona, maig 2008**



## TAULA DE CONTINGUTS

<b>1</b>	<b>1 INTRODUCCIÓ.....</b>	<b>11</b>
1.1	ANTECEDENTS.....	11
1.2	CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS.....	11
1.3	ALTRES CONSIDERACIONS.....	12
1.4	HOMOLOGACIÓ DELS EQUIPS .....	12
<b>2</b>	<b>2 ABAST I JUSTIFICACIÓ DE L' ESPECIFICACIÓ.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>3 NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>16</b>
3.1	NORMATIVA ESPANYOLA ESPECÍFICA DE SISTEMES DE SENYALITZACIÓ DE TRÀNSIT... 16	
3.2	NORMATIVA EUROPEA. MARCAT CE.....	16
<b>4</b>	<b>4 COMPONENTS PRINCIPALS .....</b>	<b>18</b>
4.1	ARMARI.....	18
4.2	ARQUITECTURA DEL REGULADOR.....	19
4.3	UNITAT CENTRAL.....	19
4.3.1	Watch-Dog.....	19
4.3.2	Memòria de paràmetres.....	20
4.4	ALIMENTACIÓ.....	20
4.4.1	Aspectes generals.....	20
4.4.2	Escomesa elèctrica .....	21

4.4.3 SAI (opcional).....	22
4.4.3.1 Aspectes generals.....	22
4.4.3.2 Autonomia .....	23
4.4.3.3 Interfície.....	23
4.5 RELLOTGE GPS (OPCIONAL).....	24
4.6 RELLOTGE DCF77 (OPCIONAL).....	24
4.7 ENTRADES DIGITALS .....	24
4.7.1 Entrades per a detectors i pulsadors.....	24
4.7.2 Entrades auxiliars.....	25
4.8 SORTIDES PER A CONTROL DE GRUPS.....	26
4.8.1 Interruptor de sortida a unitats òptiques.....	26
4.8.2 Circuits de govern de les sortides.....	26
4.8.3 Circuits de comprovació de les sortides.....	27
4.9 SINCRONISME (COORDINACIÓ PER CABLE).....	27
4.9.1 Receptor de sincronisme.....	27
4.9.2 Emissor de sincronisme .....	27
4.10 CLAU DE GUÀRDIA.....	28
4.11 COMUNICACIONS.....	30
4.12 MODULARITAT.....	30
<b>5 5 FUNCIONS DE CONTROL DE TRÀNSIT.....</b>	<b>32</b>

5.1	MODES DE FUNCIONAMENT I DE CONTROL.....	32
5.2	CAPACITAT I ELEMENTS PROGRAMABLES.....	33
5.2.1	Diagrama simplificat de dades.....	33
5.2.2	Tipus de sortida.....	33
5.2.2.1	Grups semafòrics.....	33
5.2.2.2	Grups de comandament directe .....	34
5.2.3	Codificació de Colors.....	34
5.2.4	Etapas .....	36
5.2.5	Fases.....	36
5.2.6	Transicions .....	37
5.2.7	Estructures .....	39
5.2.8	Plans emmagatzemats .....	39
5.2.9	Pla extern .....	42
5.2.10	Dies singulars de l' any.....	42
5.2.11	Programa setmanal .....	43
5.3	PROCEDIMENTS DE COORDINACIÓ .....	43
5.3.1	Coordinació relativa o Sincronització.....	44
5.3.1.1	Mètode de sincronització.....	44
5.3.1.2	Pèrdua i recuperació de sincronisme.....	44
5.3.2	Coordinació absoluta respecte a una referència horària .....	44

5.4	PROCEDIMENT DE RESINCRONITZACIÓ.....	45
5.4.1	Introducció.....	45
5.4.2	Components temporals.....	45
5.4.3	Situació de canvi .....	46
5.4.4	Validesa genèrica de l' algoritme.....	46
5.4.5	Casos particulars.....	47
5.4.6	Algoritme en el regulador: mètode abrupte.....	47
5.5	COMPONENTS DE GESTIÓ DEL TEMPS EN EL REGULADOR.....	47
5.6	MÈTODES DE CONTROL PER L' ORIGEN DE LES ORDRES.....	49
5.7	ACTUACIÓ PEL TRÀNSIT I DEMANDES EXTERNES .....	50
5.7.1	Tipus de fases definides.....	51
5.7.2	Plans actuats.....	51
5.7.3	Entrades per a accionament.....	52
5.7.4	Seqüència de fases prioritària .....	52
5.8	ALARMES .....	53
5.8.1	Generació.....	53
5.8.2	Transmissió.....	53
5.8.3	Reacció del regulador.....	53
5.9	TRACTAMENT DE LES SORTIDES.....	54
5.9.1	Estat general de les sortides.....	54

5.9.2 Canvi d' estat.....	55
5.9.3 Luminositat atenuada (Dimming).....	55
5.9.4 Calibratge .....	56
5.9.5 Detecció d' anomalies.....	56
5.9.5.1 Fallada d' unitat òptica.....	56
5.9.5.2 Moviments incompatibles.....	57
5.9.5.3 Vermell absent.....	58
5.9.5.4 Diferència en sortides a grups.....	58
5.9.5.5 Mesura del corrent diferencial per grups (Opcional) .....	58
5.10 TRACTAMENT DE LES ENTRADES DIGITALS.....	59
5.10.1 Entrades dels detectors.....	59
5.10.2 Entrades auxiliars.....	59
5.11 PROGRAMACIÓ .....	59
5.12 PRIORITAT TRANSPORT PÚBLIC.....	60
5.13 CORREDORS DE BOMBERS.....	60
5.14 COMPATIBILITAT AMB EQUIPS EXISTENTS.....	61
<b>6 6 INTERFASES DEFINIDES.....</b>	<b>62</b>
6.1 INTERFÍCIE AMB EL SEMÀFOR.....	62
6.2 INTERFÍCIE AMB EL CENTRE DE CONTROL I EL DISPOSITIU PORTÀTIL.....	62
<b>ANNEX A INTERFÍCIE REGULADOR-SEMÀFOR.....</b>	<b>64</b>
<b>ANNEX B GLOSSARI I ACRÒNIMS.....</b>	<b>68</b>

---

B. 1 - GLOSSARI.....	68
B. 2 - ACRÒNIMS .....	73
<b>ANNEX C NORMATIVES DE REFERÈNCIA.....</b>	<b>74</b>
<b>ANNEX D PROTOCOL DE COMUNICACIONS.....</b>	<b>80</b>



## ÍNDEX DE TAULES

Taula 1: Assignació de les entrades auxiliars.....	25
Taula 2: Modularitat.....	31
Taula 3: Sortides de grup actives .....	34
Taula 4: Codis de colors.....	35
Taula 5: Etapes.....	36
Taula 6: Fases.....	37
Taula 7: Transicions.....	37
Taula 8: Transicions (mode ampliat) .....	38
Taula 9: Transitoris (mode ampliat).....	39
Taula 10: Estructures .....	39
Taula 11: Plans emmagatzemats .....	41
Taula 12: Pla extern.....	42
Taula 13: Dies singulars .....	43
Taula 14: Programa setmanal .....	43
Taula 15: Període de les intermitències.....	48
Taula 16: Tipus de fases.....	51
Taula 17: Estat de les sortides .....	55
Taula 18: Moviments incompatibles.....	57
Taula 19: Condicions d' operació en estat estable. Dades a semàfor.....	65
Taula 20: Procediment de connexió (il·luminació). Dades a semàfor.....	66
Taula 21: Procediment de desconnexió. Dades a semàfor.....	67
Taula 22: Glossari.....	68
Taula 23: Acrònims.....	73

## ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: Regulador semafòric sense SAI.....	14
Figura 2. Regulador semafòric amb SAI.....	14
Figura 3. Arquitectura del regulador semafòric.....	19
Figura 4. Protecció de magnetotèrmic i diferencial rearmables.....	21
Figura 5. Protecció de magnetotèrmics i diferencials rearmables instal·lació amb SAI.....	22 en cas de
Figura 6. Esquema clau de guàrdia normal.....	29
Figura 7. Esquema clau de guàrdia amb control manual de fase .....	29
Figura 8. Diagrama simplificat de dades.....	33
Figura 9. Exemple de resincronització.....	46
Figura 10: Operació segons origen del control.....	49
Figura 11. Canvi d' estat per presència d' alarmes.....	54

## — 1 Introducció

### 1.1 Antecedents

A la ciutat de Barcelona hi ha actualment més d'un miler i mig de creus semaforitzats, amb els seus reguladors locals. Els requeriments de fiabilitat i de comunicació amb el Centre de Control, així com la seva interoperabilitat, fan necessària la definició de les seves característiques i funcionalitats bàsiques, tal com es detalla en aquest Plec.

En el marc del corrent normalitzador europeu actual i prenent en consideració les necessitats detectades en els reguladors de la ciutat, des de l' Ajuntament de Barcelona es defineixen aquestes especificacions tècniques amb l' objectiu d' incorporar noves prestacions i revisar i estandarditzar les funcionalitats existents.

### 1.2 Característiques principals

- **Tecnologia LED. S'estableix com a estàndard per a les noves instal·lacions els focus de LEDs, amb un consum molt inferior a les làmpades d'incandescència i una vida útil superior. Aquests focus estaran alimentats pel regulador a 42V en corrent altern.**
- **Lluminositat reduïda. Els reguladors comptaran amb la possibilitat d' atenuar la llum dels semàfors que controlen per evitar enlluernaments i reduir el consum d' energia.**
- **Alimentació ininterrompuda (opcional). El regulador podrà tenir un SAI per mantenir a l' encreuament en complet funcionament durant talls del subministrament elèctric.**
- **Posada en hora mitjançant GPS o emissora horària DCF77 (opcionals) El regulador admetrà la connexió d'un GPS o un receptor DCF77 per mantenir en hora el rellotge intern.**

### 1.3 Altres consideracions

A més, aquest document servirà per normalitzar les interfícies del regulador, tant amb el semàfor (vegeu 6.1, Interfície amb el semàfor), definint els procediments per a l'ús d'unitats òptiques de diferents tipus i la detecció d'unitats inactives, com amb el Centre de Control (vegeu ANNEX D, Protocol de Comunicacions)

### 1.4 Homologació dels equips

S'implantarà un procés obert d'homologació dels reguladors a través d'una tercera entitat independent que facilitarà la concurrència i donarà garanties a l'Ajuntament sobre els equips a instal·lar. Les proves que seran necessàries per obtenir el certificat d'homologació estan descrites en el document:

#### *Regulador semafòric Proves d'homologació*

Paral·lelament l'Ajuntament de Barcelona expedirà un certificat que validi el compliment de les funcionalitats detallades en aquest document en el nou regulador, sense que això eximeixi el proveïdor de complir rigorosament l'especificat en aquest document. Per a això s'hauran de presentar a l'Ajuntament els equips necessaris per ser sotmesos a les proves funcionals que l'administració consideri necessàries.

A partir d'aquell moment, els únics reguladors que podran ser instal·lats a Barcelona seran aquells que acreditin estar homologats per un laboratori independent, i que disposin del certificat de l'Ajuntament de Barcelona que validi el compliment de les funcionalitats exigides.

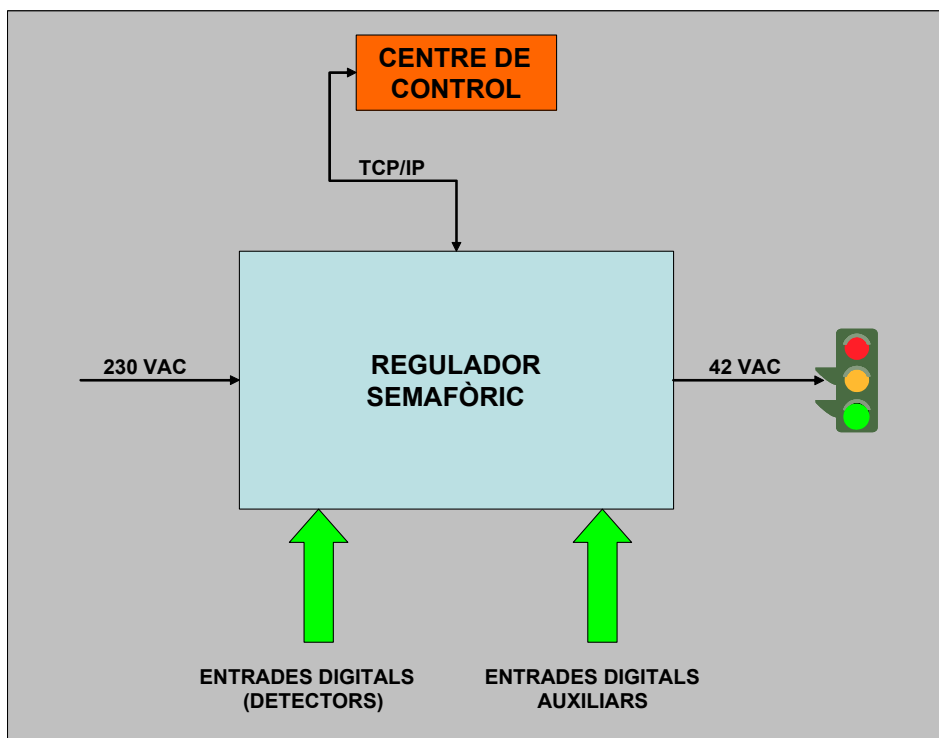
## — 2 Abast i justificació de l' especificació

Els avenços produïts darrerament en els camps de l' electrònica i de les telecomunicacions, entre d' altres, han originat a tot el món un procés de revisió de les tecnologies utilitzades tant en els sistemes de control com en els equips de senyalització de trànsit.

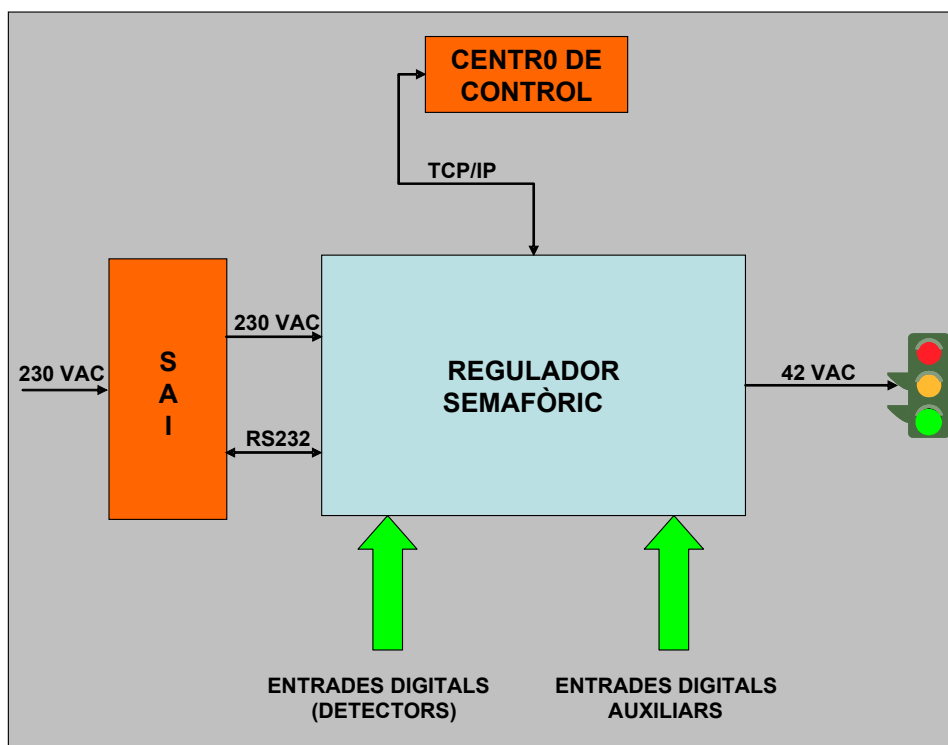
Concretament, a Europa la CENELEC ha treballat en l'adaptació de la normativa europea en els senyals de trànsit de LEDs, prenent especialment com a referències la interfície OCIT (Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems) proposada pel consorci alemany ODG, i la que ASTRIN (Associations of Traffic Industries in the Netherlands) ha definit per als Països Baixos. Aquesta nova normativa sorgeix de la necessitat de tractar característiques tècniques específiques dels semàfors de LEDs que no estan descrits en els estàndards disponibles actualment, i té com a principal objectiu l' establiment d' un conjunt mínim de requeriments que permeti la verificació independent de reguladors i semàfors. D' aquesta manera es podrà garantir la interoperabilitat dels productes que compleixin la nova normativa, encara que provenguin de subministradors diferents.

La migració de les làmpades actuals d' incandescència als nous focus basats en tecnologia LED es justifica bàsicament per l' estalvi energètic i per la reducció de costos de manteniment associats a la nova tecnologia. A més, la reducció del consum energètic possibilita que el regulador i els semàfors es puguin alimentar mitjançant un SAI, durant un cert període de temps, en cas de caiguda del subministrament elèctric.

Els diagrames següents (Figura 1 i Figura 2) presenten les dues variants previstes d'instal·lació, la primera amb el regulador treballant en solitari, mentre que la segona compta amb l'addició d'un SAI, per a suport en tensió davant caigudes. Ambdues situacions es donaran a la ciutat, quedant la instal·lació de SAI a criteri de l'Ajuntament.



*Figura 1: Regulador semafòric sense SAI*



*Figura 2: Regulador semafòric amb SAI*

En aquest plec estan especificats:

- El regulador semafòric
- El SAI
- Les interfícies del regulador amb els semàfors, el Centre de Control i el SAI
- La lògica de tractament dels senyals dels detectors
- El protocol de comunicacions entre el regulador i el Centre de Control

Expressament no es vol determinar:

- Les especificacions funcionals dels semàfors
- El comportament del Centre de Control
- Les especificacions dels detectors (d'espises, microones, infrarojos, etc.) i de les seves interfases corresponents, és a dir, del conjunt d'elements físics i lògics que transformen el senyal elèctric generat pels detectors, en senyals digitals que es dirigeixen al regulador

## — 3 Normativa aplicable

### 3.1 Normativa espanyola específica de sistemes de senyalització de trànsit

La normativa bàsica espanyola es troba recollida en les normes UNE 135401 (Equipament per a la senyalització viària – Reguladors de trànsit) que inclouen:

- UNE 135401-1 EX Característiques funcionals
- UNE 135401-2 EX Mètodes de prova
- UNE 135401-3 Característiques elèctriques
- UNE 135401-5 IN Protocol de comunicacions, tipus V
- UNE 135401-6 Compatibilitat electromagnètica 1

### 3.2 Normativa europea. Marcatge CE

És obligatori el marcatge CE, per mitjà del compliment de les directives 89/336/CE i 72/23/CE i de les normes harmonitzades sota aquestes directives.

Com a normativa aplicable hem d'assenyalar:

- UNE-EN 60950-1:2003: *~~Seguretat~~ Seguretat de els equips de tecnologia de*
- IEC 60950-22:2005 *Seguretat d' equips d' ús exterior*
- UNE-EN 61000-3-2 *Límits d' emissió harmònica*
- UNE-EN 61000-3-3 / A1 *Límits de flicker i fluctuacions de tensió*
- UNE-EN 50293:2001: *Compatibilitat electromagnètica. Sistemes de senyalització del trànsit per carretera. Norma de producte*

---

<sup>1</sup> 1 Adaptació de la norma europea UNE-EN 50293



Adicionalment, a nivell europeu s'apliquen les normatives següents:

- UNE-EN 12368:2000: *Equips de control de trànsit. Caps de semàfor 2*
- UNE-EN 12675:2001: *Semàfors. Requisits funcionals de seguretat*

i el document d'harmonització:

- UNE-HD 638:2001: *Sistemes de senyalització del trànsit viari*

que conforma la part electrotècnica de les normes EN 12368 i EN 12675.

En un altre ordre de coses, el regulador semafòric i tots els seus components opcionals (equips de SAI, per exemple) hauran de complir l'Ordenança General del Medi Ambient Urbà de 26 de març de 1999 i en concret el títol referit a contaminació acústica.

A l'ANNEX C es presenta una relació detallada de normes aplicables.

---

<sup>2</sup> Serà anul·lada per PNE-prEN 12368

## 4 4 Components principals

### 4.1 Armari

El regulador, i en el seu cas el SAI opcional, seran subministrats en un armari resistent a la corrosió amb un acabat exterior de color gris RAL 7001 que presenti propietats anti-graffiti.

El conjunt haurà de superar les proves de resistència ambiental descrites en la norma UNE 135401-2 EX 3 i les de compatibilitat electromagnètica prescrites per la norma de producte EN 50293 4 , amb els graus de severitat determinats pel document Regulador semafòric. Proves d' homologació.

L'equip ha d'estar plenament operatiu en el rang de temperatura exterior comprès entre -10°C i +55°C, per la qual cosa haurà de disposar dels mecanismes necessaris, dotats de filtres de protecció, perquè la temperatura interior no sobrepassi la tolerada pels components, així com perquè no es produeixi condensació.

El regulador disposarà d' un termòstat de control de la temperatura de l' interior de l' armari. En cas que aquesta superi l' establerta pel termòstat, s' enviarà una alarma de temperatura al Centre de Control i es procedirà a apagar les unitats òptiques.

L' armari disposarà d' un detector de porta oberta que anirà connectat a una entrada auxiliar.

L'armari disposarà d'un pany amb clau universal per a tots els reguladors que habilitarà un sistema d'obertura o tancament més robust (maneta), no podent ser aquest un tancament habitual amb clau allen, quadro o triangle.

L' interior estarà convenientment reveient facilitant la instal.lació, connexió i manteniment i anirà muntat sobre basament de formigó, no inferior als 30 cm d' alçada.

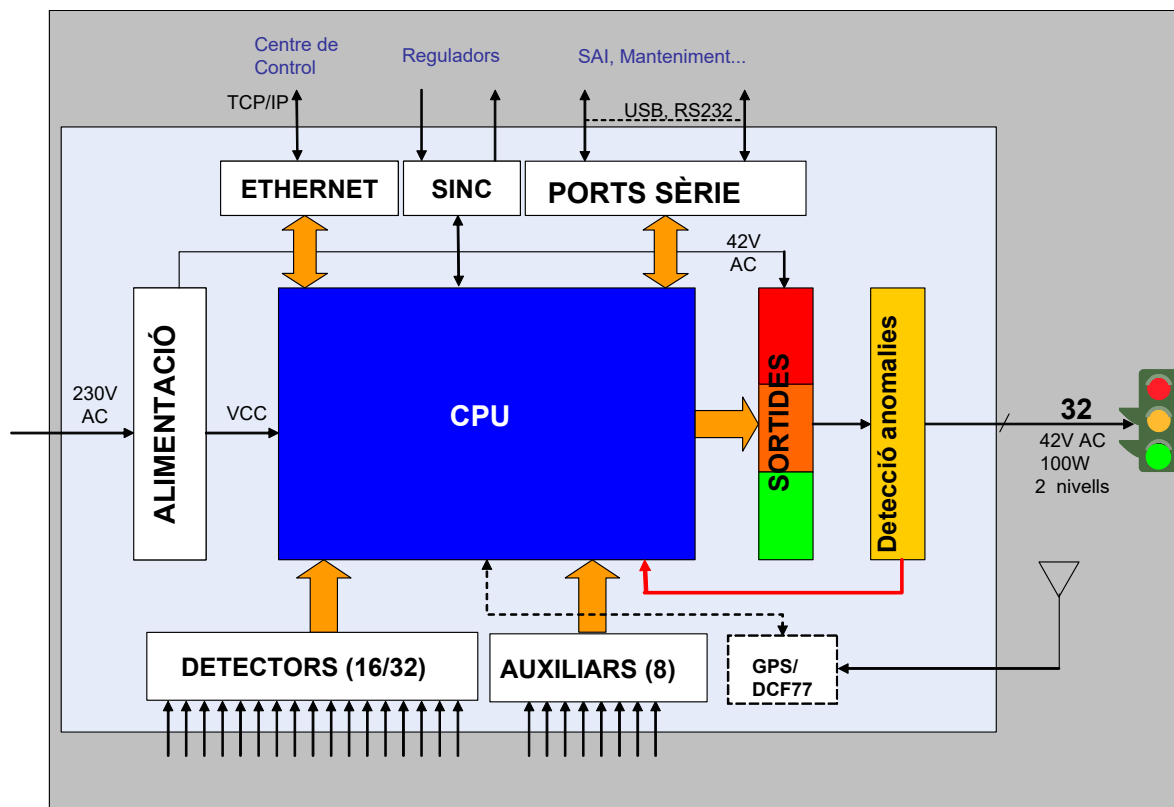
---

<sup>3 3</sup> Equipament per a senyalització viària. Reguladors de trànsit. Mètodes de prova

<sup>4 4</sup> Compatibilitat electromagnètica. Sistemes de senyalització de trànsit per carretera.

## 4.2 Arquitectura del regulador

La figura següent presenta un diagrama de l'arquitectura del regulador.



*Figura 3. Arquitectura del regulador semafòric*

A continuació es descriuen les característiques de cada mòdul.

## 4.3 Unitat central

### 4.3.1 Watch-Dog

La unitat central del regulador tindrà un sistema de vigilància "watch-dog timer" de manera que,

- Efectuï un Reset de l'equip si passa un temps sense ser activat pel programa
- Envieu una Alarma de reset en finalitzar la reinicialització deguda a la seva actuació

### **4.3.2 Memòria de paràmetres**

El regulador emmagatzemarà els paràmetres en memòria no volàtil (per exemple, memòria Flash) i no fàcilment extraïble.

La integritat dels paràmetres estarà garantida mitjançant un codi CRC. La decisió del CRC originarà una alarma i l'apagada de l'encreuament.

## **4.4 Alimentació**

### **4.4.1 Aspectes generals**

El regulador s'alimentarà a la tensió nominal de 230 VAC (directament de l'escomesa elèctrica o a través d'un SAI opcional) i haurà de funcionar correctament dins del rang de tensions d'entrada de 184 VAC a 265 VAC (230 VAC, +15% - 20%). El fabricant podrà optar per garantir un correcte funcionament dins d'un rang de tensions més ampli. La font d'alimentació del regulador serà l'encarregada de subministrar les tensions necessàries per al funcionament de l'electrònica i els 42 VAC per a l'alimentació dels semàfors.

Pel que fa a microtallades de tensió, el sistema es classificarà com a Classe E1, segons l'especificat per la norma UNE 135401-2 E. Per tant, microtallades de durada inferior a 50 ms no hauran d'afectar el Mode de Control del sistema, mentre que en el cas que la durada del tall sigui superior a 300 ms el sistema haurà d'apagar els semàfors i iniciar una seqüència de posada en marxa.

Si la tensió d'alimentació queda per sota de la tensió mínima de funcionament garantida pel fabricant (que en cap cas podrà ser superior a 184 VAC), el regulador enviarà una alarma al Centre de Control i procedirà a apagar les sortides. Per garantir un funcionament estable, el regulador només tornarà a entrar en servei, iniciant una seqüència de posada en marxa, quan la tensió d'alimentació superi el llindar de 195 VAC (230VAC -15%).

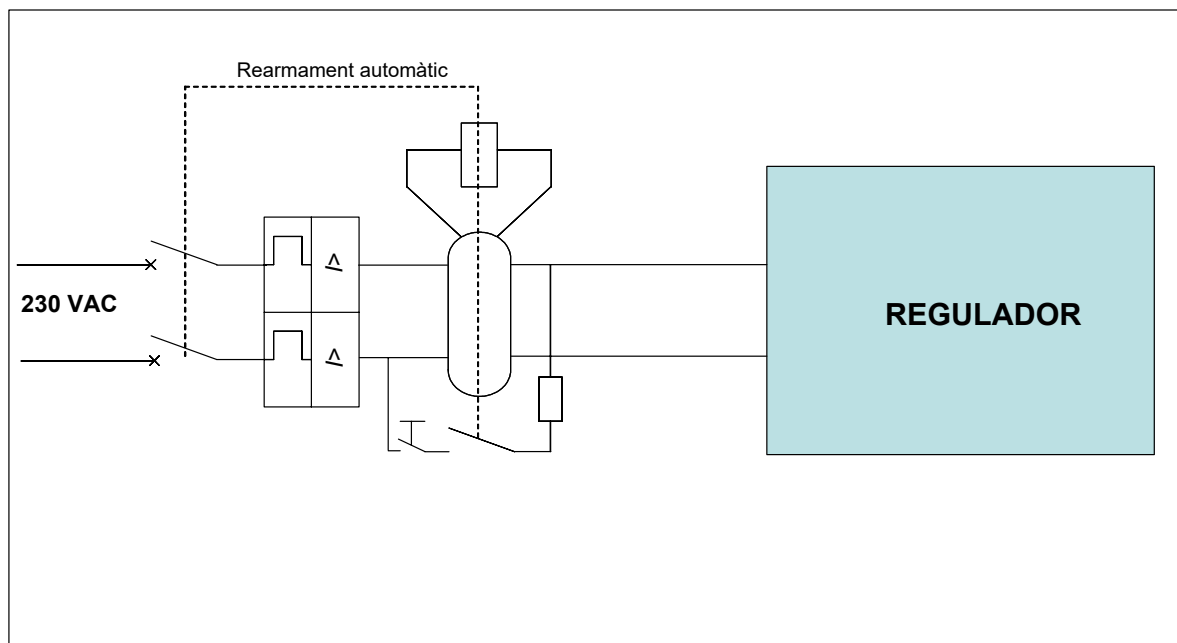
Si la tensió d'alimentació queda per sobre de la tensió màxima de funcionament garantida pel fabricant (almenys 265 VAC) l'equip no haurà de presentar cap senyalització insegura ni patir altres danys que els relatius als dispositius de protecció.

El regulador disposarà de mecanismes de lectura de la tensió de l'escomesa elèctrica. En cas que aquesta quedi fora d'un rang configurable establert des del Centre de Control (que no ha de coincidir amb el rang admissible), s'enviarà una alarma al Centre de Control, amb indicació del valor actual de la tensió d'alimentació. L'algoritme de generació d'avisos d'entrada i sortida de la zona d'alarma de tensió d'alimentació haurà de tenir en compte una certa histèresi per evitar l'enviament de múltiples avisos en curts períodes de temps.

#### 4.4.2 Escomesa elèctrica

El regulador ha d'ésser resistent a les situacions elèctriques especificades.

Haurà d'incorporar interruptors magnetotèrmic i diferencial monobloc amb rearmament automàtic (Veure Figura 4).



***Figura 4. Protecció de magnetotèrmic i diferencial rearmables***

La resistència especificada davant les pertorbacions elèctriques es pot obtenir,

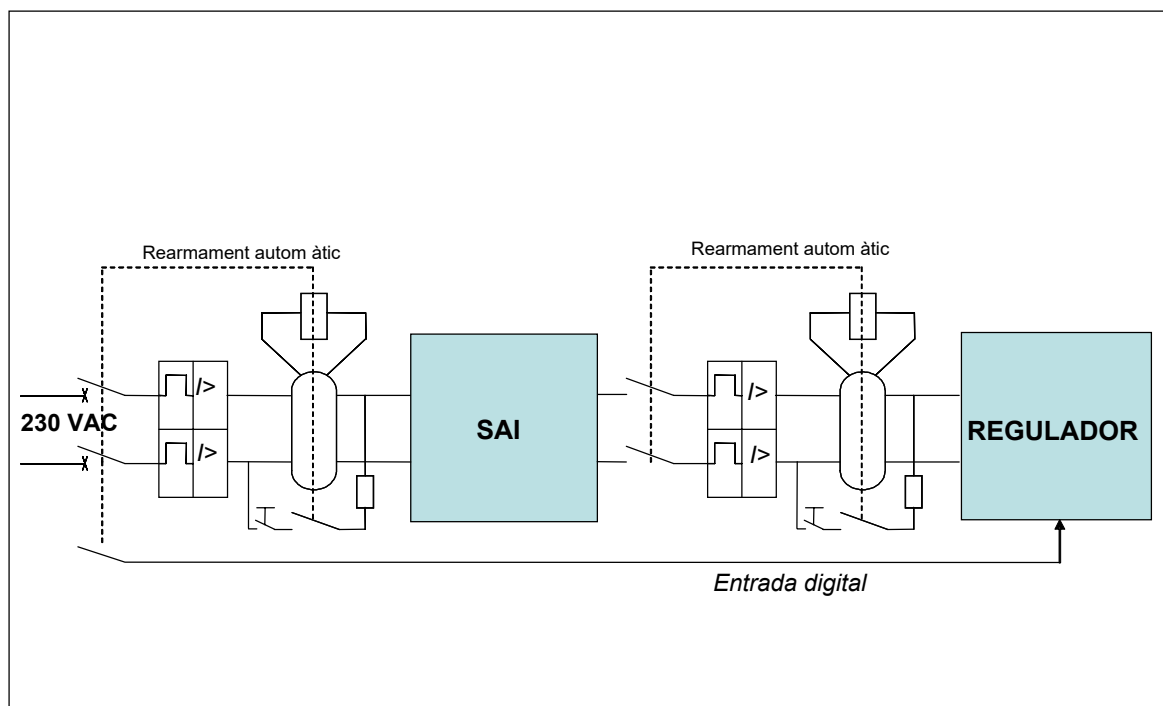
- per disseny
- emprant descarregadors
- mitjançant una adequada combinació dels mètodes anteriors Quan

s'utilitzin descarregadors, aquests hauran de tenir un contacte lliure de potencial indicatiu de la seva disponibilitat, que es connectarà a una entrada auxiliar del regulador.

#### 4.4.3 SAI (opcional)

##### 4.4.3.1 Aspectes generals

El regulador podrà incorporar un SAI del tipus anomenat ON LINE o de doble conversió, connectat en sèrie entre l' escomesa elèctrica i el regulador. En aquest cas, s' hauran de disposar interruptors magnetotèrmic i diferencial monobloc amb rearmament automàtic entre el SAI i el regulador, i entre l' escomesa elèctrica i el SAI, amb l' objectiu de garantir la seguretat en cada etapa del circuit d' alimentació. Aquest últim interruptor tindrà un contacte lliure de potencial per a la seva connexió a una de les entrades auxiliars del regulador. (Veure Figura 5).



**Figura 5. Protecció de magnetotèrmics i diferencials rearmables en cas de instal·lació amb SAI.**

El SAI tindrà tres modes de funcionament:

- Mode normal, **quan existeixi subministrament elèctric normal. El regulador s'alimenta a través de la combinació rectificador/carregador - inversor.**

- Mode local, **quan ha caigut el subministrament elèctric. El regulador s'alimenta a través de la bateria i l'inversor, fins que el subministrament es restableix o fins que el nivell de càrrega de la bateria cau per sota d'un llindar, cas en el qual el regulador enviarà una alarma al Centre de Control**
- Mode de **bypass. El regulador s' alimenta directament del subministrament elèctric.**

#### 4.4.3.2 Autonomia

El SAI haurà de ser capaç d' alimentar en plenes condicions de funcionament i constantment el conjunt regulador-semàfors, i opcionalment els detectors, al llarg de tota la vida del SAI, durant:

- 2 hores en lluminositat plena
- 3 hores en lluminositat atenuada

El subministrador indicarà la potència màxima del SAI que permet l' armari del regulador.

Haurà de ser possible ampliar el sistema mitjançant un mòdul exterior complementari, per:

- Instal·lar un SAI amb més autonomia, en cas que la potència del SAI intern sigui insuficient per a l'encreuament.
- Instal·lar una bateria de més capacitat, en cas que la bateria interna no pugui garantir l'autonomia necessària per a un determinat encreuament.

El conjunt del SAI més regulador en ple funcionament, haurà de complir amb l' Ordenança General del Medi Ambient de l' Ajuntament de Barcelona.

#### 4.4.3.3 Interfície

La comunicació regulador - SAI s'efectuarà mitjançant dos contactes lliures de potencial i opcionalment a través d'un port RS-232.

A través d' aquest port, el SAI informarà el regulador, i aquest al Centre de Control, de:

- Fallada i restabliment del subministrament elèctric.
- Nivell de càrrega de la bateria inferior a un determinat llindar.

#### **4.5 Rellotge GPS (opcional)**

Opcionalment, el rellotge intern del regulador podrà sincronitzar-se mitjançant un rellotge GPS. Es tracta d'un component físic que proporciona l'hora GMT <sup>5</sup>.

L'antena GPS no ha d'estar coberta per material absorbent a la banda L (10.23Mhz).

#### **4.6 Rellotge DCF77 (opcional)**

Opcionalment, el rellotge intern del regulador podrà sincronitzar-se mitjançant un receptor DCF77. Es tracta d'un component físic, basat en la transmissió de l'hora legal <sup>6</sup> efectuada per l'emissora DCF77.

L'antena estarà situada de manera que permeti una bona recepció a la banda de 77,5 kHz.

#### **4.7 Entrades digitals**

##### **4.7.1 Entrades per a detectors i polsadors**

El regulador disposarà almenys de 8 entrades digitals per a detectors i polsadors, activades mitjançant contactes lliures de tensió.

- Cada entrada tindrà aïllament galvànic. El fabricant haurà de declarar els valors d'impedància d'entrada, els llindars de tensió alta i baixa (que hauran de quedar dins dels límits definits per la norma espanyola 135401-2) i els valors màxims de sobretensió admesos.
- Cada entrada podrà utilitzar-se indistintament per a detector o per a polsador.
- Les entrades assignades a un detector acumularan com a mínim comptatge i temps d'ocupació.
- Qualsevol entrada - detector o polsador - pot ser usada en plans actuals

---

<sup>5</sup> En sentit estricte proporciona l'hora GPS. La precisió requerida en aquesta aplicació permet assimilar-la a l'hora GMT

<sup>6</sup> UTC(PTB) + 1h o UTC(PTB) + 2h. L'emissió és a càrrec del PTB, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, que té contractada l'emissora de Mainflingen fins al 2006. Aquest contracte té moltes probabilitats de ser renovat.



- Es podran definir detectors virtuals com combinacions lògiques de detectors físics i virtuals.

#### 4.7.2 Entrades auxiliars

El regulador disposarà almenys de 8 entrades auxiliars, activades mitjançant contactes lliures de tensió.

- Cada entrada tindrà aïllament galvànic. El fabricant haurà de declarar els valors d'impedància d'entrada, els llindars de tensió alta i baixa (que hauran de quedar dins dels límits definits per la norma espanyola 135401-2) i els valors màxims de sobretensió admesos.
- El regulador llegirà l'estat de les entrades auxiliars un cop per segon i tractarà els canvis d'estat com alarmes. (Veure 5.8)
- Es podrà consultar l'estat de les entrades auxiliars utilitzant les directives previstes en el protocol.

Les entrades auxiliars inicialment assignades són:

<i>Taula 1: Assignació de les entrades auxiliars</i>		
ID	ENTRADA	DESCRIPCIÓ (valor lògic de l'entrada: 1)
1	Magnetotèrmic-diferencial monobloc	Interruptor obert
2	Termòstat	Alarma de temperatura a l'interior de l'armari
3	Porta oberta Armari	
4	Descarregador	Descarregador consumit (quan el regulador utilitzi aquest component)
5	Sincronisme	
6	Clau de guàrdia intermitent	
7	Clau de guàrdia manual	
8	<Sin>	

## 4.8 Sortides per a control de grups

### 4.8.1 Interruptor de sortida a unitats òptiques

El regulador disposarà d' un interruptor general de 2 posicions amb la següent funcionalitat:

- Posició normal. **Quan l' interruptor està en posició normal, l' estat dels senyals de sortida a semàfors correspondrà a les ordres donades pel regulador.**
- Posició de test. **Quan l' interruptor passi a la posició de test, el regulador entrarà en estat de prova i es realitzaran les accions següents:**
  - En entrar en posició de test s'enviarà una alarma al Centre de Control.
  - Els semàfors estaran apagats, amb independència de les ordres que en aquell moment estigui donant el regulador.
  - El regulador continuarà activant les sortides que corresponguin al pla vigent, però no enviarà alarmes al Centre de Control.

Quan l' interruptor torni de nou a la posició normal, s' informarà al Centre de Control i s' iniciarà una seqüència de posada en marxa.

Aquesta funcionalitat opcionalment podrà realitzar-se per ordre de teclat.

### 4.8.2 Circuits de govern de les sortides

Els circuits de commutació seran d' estat sòlid.

Cada grup tindrà circuits independents per a cadascun dels 3 colors (vermell, ambre i verd) i cadascun d'ells podrà suportar fins a 5 unitats òptiques en paral·lel.

Cada color podrà governar una càrrega de 100W i podrà estar en curtcircuit permanent sense que això impliqui un altre dany per a l' equip que la substitució del fusible de protecció.

Cada grup pot tenir 2 colors actius (Veure 5.2.3 Codificació de Colors).

L' estat de cada color serà Encesa o Apagada, on l' estat Encesa per al conjunt del regulador físic, podrà tenir 2 nivells:

- Lluminositat plena.
- Lluminositat atenuada (Dimming)

L'organització de l'encreuament en grups semafòrics quedarà reflectida físicament en:

- La modularitat dels circuits electrònics
- El connexionat a l'armari del regulador
- La numeració i identificació de grups i colors.

#### **4.8.3 Circuits de comprovació de les sortides**

El regulador disposarà d'un mecanisme de lectura analògica de la tensió comuna de sortida a les unitats òptiques. En cas que la tensió de sortida quedi fora del rang admissible (tensió nominal, +15%, -20%) es generarà la corresponent alarma, tenint en compte una certa histèresi per evitar l'enviament de múltiples avisos en curts períodes de temps.

En cada grup:

- Les tres sortides de colors tindran circuits de detecció de tensió per verificar que la tensió de sortida correspon al nivell de tensió activat (il·luminació plena, il·luminació atenuada o apagada).
- Les tres sortides de colors tindran circuits de mesura d'intensitat

La precisió de les mesures anteriors serà adequada per detectar variacions de consum de 2 Watts 7 .

### **4.9 Sincronisme (Coordinació per cable)**

#### **4.9.1 Receptor de sincronisme**

El regulador tindrà una entrada per contacte lliure de potencial per a sincronització.

#### **4.9.2 Emissor de sincronisme**

El regulador disposarà d'una sortida per sincronitzar altres equips. Aquesta sortida permetrà la creació d'àrees coordinades mitjançant la connexió d'equips en cascada,

La sortida de sincronisme s'activarà quan el regulador està en funcionament autònom. En condicions normals, s'emetrà un impuls com a rèplica al rebut per l'entrada de sincronisme. En cas d'absència de

senyal d'entrada de sincronisme, es generarà un impuls a l'inici del pla.

Aquest mecanisme permetrà la recuperació de sincronisme per trams en cas de ruptura del cable de sincronització.

#### 4.10 Clau de guàrdia

El regulador suportarà la instal·lació d'una clau per a control manual. Generalment l'ús d'aquesta clau està reservat a la Guàrdia Urbana.

La clau tindrà com a mínim 2 posicions:

- Repòs: **la clau no actua sobre el regulador.**
- Intermitent: **l'encreuament es manté en intermitent, és a dir, tots els focus apagats excepte els ambres de vehicles i protecció de vianants que estan en intermitència lenta.**

En aquestes dues posicions la clau es podrà introduir i extreure.

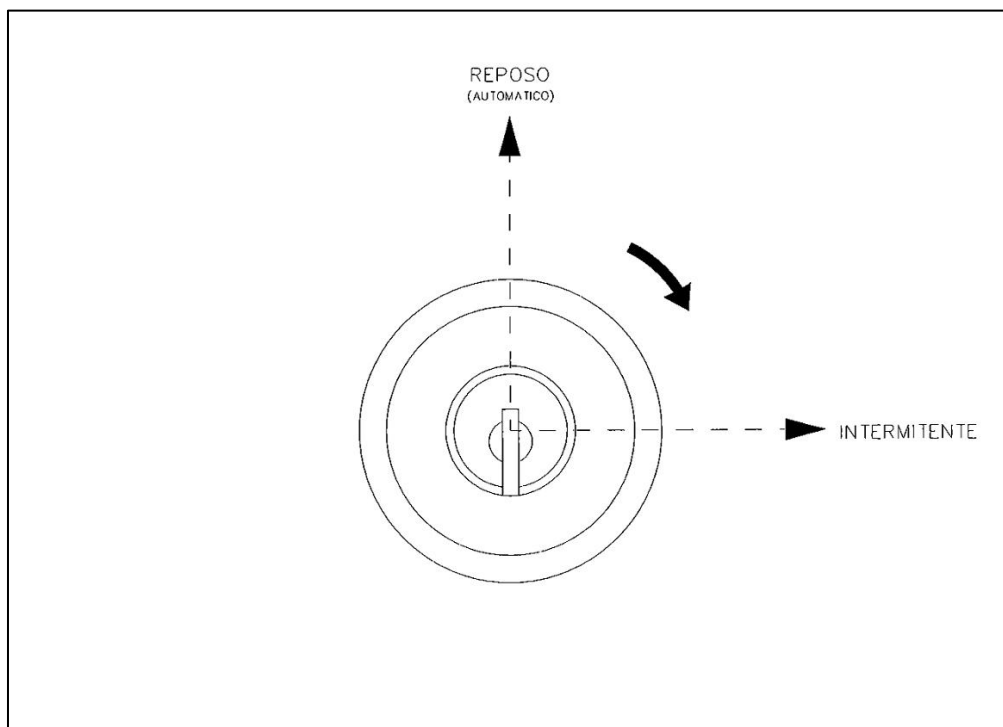
A més podran existir dues posicions opcionals addicionals (en sentit contrari a les posicions fixes):

- Control manual de fase: el regulador manté estàtica la fase principal en curs.
- ~~Control manual de fase~~ **Avançament de fase**: el regulador passa a la següent fase principal de l'estructura actual, passant per les transicions corresponents. Aquesta no és una posició estàtica de la clau, sinó que correspon a un "cop de clau", i té retorn automàtic a la posició "Control manual de fase"

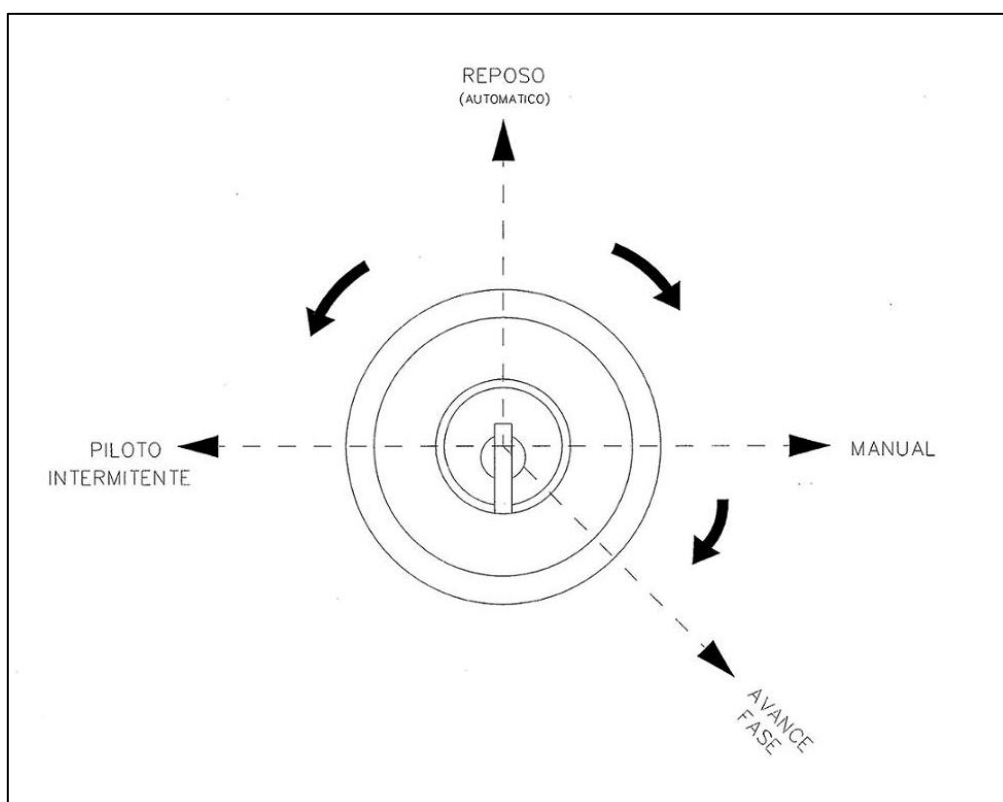
En aquestes dues posicions opcionals no es podrà introduir ni extreure la clau.

---

— <sup>7</sup> Aquesta precisió es requereix per detectar fallada en una unitat òptica. Aquesta situació no afecta la seguretat. Serien acceptables per tant temps de resposta d'un o més cicles.



**Figura 6. Esquema clau de guàrdia normal**



**Figura 7. Esquema clau de guàrdia amb control manual de fase**

## 4.11 Comunicacions

El regulador disposarà de:

- Un port Ethernet 10/100Mb. El senyal de sortida del regulador serà de cable de coure, i es connectarà a un adaptador exterior, ubicat a nivell de borns.
- Un port RS232 per a la connexió d'un terminal portàtil de manteniment. Qualsevol dispositiu de manteniment del regulador ha de ser capaç d' emprar aquest port. La connexió d' un terminal donarà avís al Centre de Control.
- Un port RS232 de reserva per a altres usos.
- Un port USB 1.1. de reserva.

## 4.12 Modularitat

Alguns elements del regulador han de ser modulars, facilitant la seva adaptació a instal·lacions amb diverses exigències.

La modularitat implica que:

- Quan una capacitat descrita en el document no es defineix explícitament com a modular o com a opcional, s' entén que forma part de l' equip bàsic.
- Quan es defineix una prestació com modular, l'únic element necessari per estendre-la és el mòdul mateix. L' equip ha de tenir capacitat per allotjar i governar els mòduls addicionals sense cap altre requisit.

Partint d' aquestes exigències es defineixen dos models de regulador:

- Regulador Bàsic fins a 16 grups semafòrics
- Regulador Ampliat fins a 32 grups semafòrics

La taula següent presenta les característiques de modularitat que es requereixen en els esmentats reguladors. En ella:

- Equip mínim, **indica el nombre mínim de senyals que ha de suportar l'equip en la seva configuració bàsica.**
- Capacitat prevista, **indica el nombre mínim de senyals que ha de suportar l'equip en la seva configuració màxima**

- Modularitat, indica el nombre de senyals addicionals que se suportaran mitjançant l'addició d'un mòdul.

**Taula 2: Modularitat**

<b>Descripció</b> <b>REGULADOR BÀSIC FINS A 16G</b>	<b>Equip mínim</b>	<b>Capacitat prevista</b>	<b>Modularitat mínima</b> (unitats/mòdul)
Grup	8	16	2
Entrada detector o polsador	8	16	8
Entrades auxiliars	8	16	8
<b>Descripció</b> <b>REGULADOR AMPLIAT FINS A 32G</b>	<b>Equip mínim</b>	<b>Capacitat prevista</b>	<b>Modularitat mínima</b> (unitats/mòdul)
Grup	8	32	2
Entrada detector o polsador	8	32	8
Entrades auxiliars	8	32	8

A tall d'exemple i referit al cas del Regulador Ampliat:

- En la seva configuració mínima el regulador ha de suportar almenys 8 grups.
- El regulador ha de poder ser ampliable fins a suportar, com a mínim, 32 grups semafòrics.
- L'ampliació en el nombre de grups suportat s'ha de poder fer mitjançant la inserció de mòduls de sortida amb capacitat per a un mínim de 2 grups semafòrics.

## — 5 Funcions de control de trànsit

### 5.1 Modes de funcionament i de control

El regulador pot funcionar,

- Aïllat
- Formant part d'una zona coordinada

Per aconseguir la coordinació pot utilitzar dos procediments,

- Per fils (coordinació relativa)
- Basada en rellotge (coordinació absoluta)

El control de trànsit es pot realitzar:

- Per avanç manual de fases
- Segons un pla emmagatzemat
- Segons una taula setmanal de selecció de plans emmagatzemats
- Segons un pla enviat pel Centre de Control

Un pla pot tenir una o diverses fases del tipus:

- Fase independent de la demanda
- Fase fixa d'aparició condicionada a l'existència de demanda
- Fase estesa per demanda, amb extensió limitada per demandes conflictives
- Seqüència de fases prioritàries

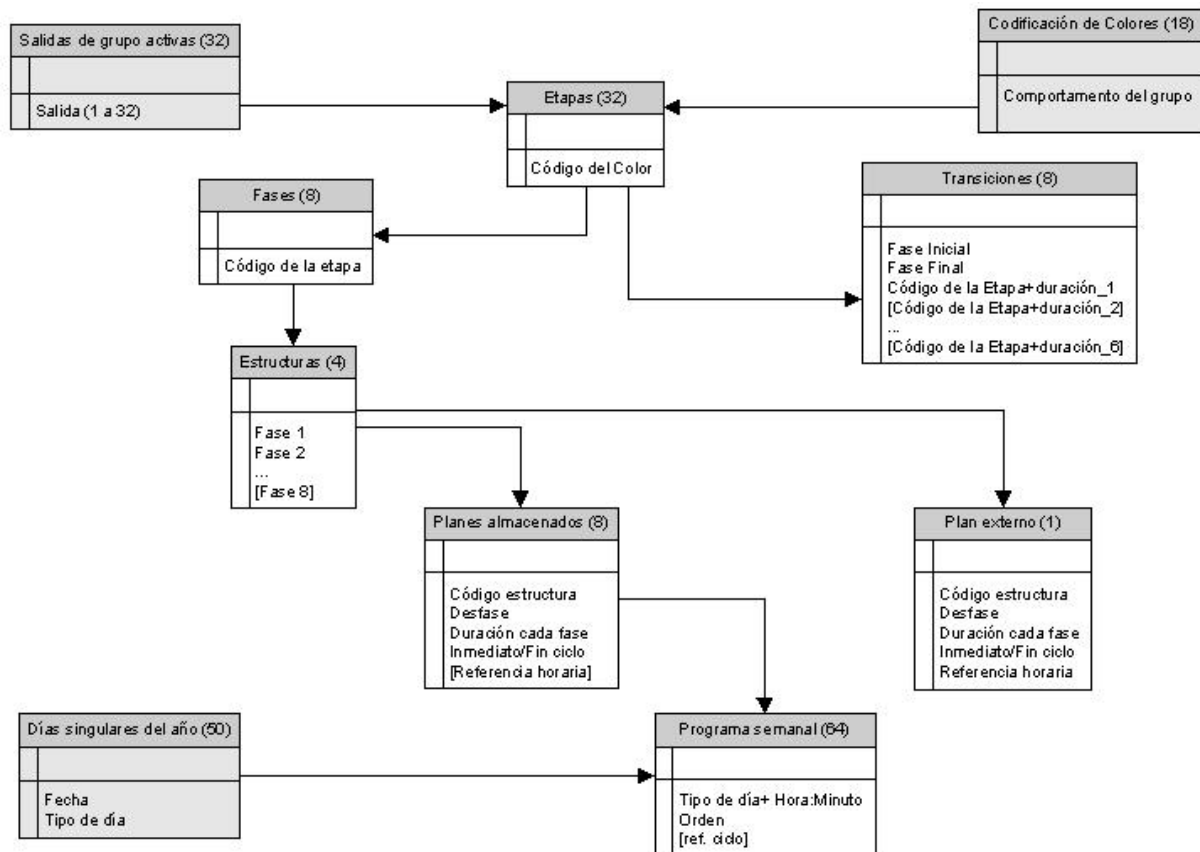
El regulador en un instant donat es pot trobar en una de les situacions:

- Seqüència de posada en marxa (Mode d'inici)
- Operació correcta estable (Mode de control)
- Operació correcta en resincronització (Mode de control)
- Operació parcial per detecció d'alarmes (Mode de fallada)



## 5.2 Capacitat i elements programables

### 5.2.1 Diagrama simplificat de dades



*Figura 8. Diagrama simplificat de dades*

### 5.2.2 Tipus de sortida

El regulador ha de poder controlar fins a 32 sortides, com a mínim, que poden ser:

- Grups semafòrics
- Grups de comandament directe

#### 5.2.2.1 Grups semafòrics

El paràmetre "grups actius" defineix les sortides que estan assignades al control de grups semafòrics.

Aquest paràmetre s' utilitza per,

- Identificar les sortides utilitzades pel regulador per al control semafòric
- Chequejar l'existència dels mòduls corresponents

**Taula 3: Sortides de grup actives**

1-32

#### 5.2.2.2 Grups de comandament directe





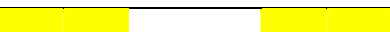

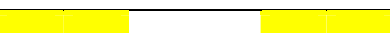
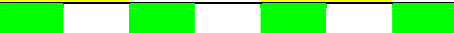


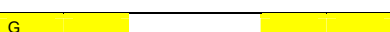
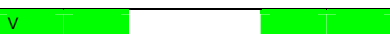





Els grups no assignats al control de grups semafòrics es consideraran grups de comandament directe. Aquests grups poden governar senyalització addicional, i el seu comportament es pot veure condicionat per la taula de moviments incompatibles.


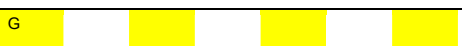



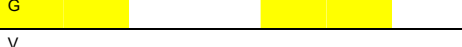
#### **5.2.3 Codificació de Colors**

Cada grup controla 3 sortides independents denominades genèricament "Colors". Els canvis d'estat de les sortides d'un grup tenen lloc sempre alhora.

Les denominacions Roig, Àmbar i Verd *no exclouen l'ús de senyals que no mostrin els colors esmentats (per exemple, senyalització especial transport urbà).*

Es codifiquen 18 colors. La lletra assignada a cadascú intenta - en els casos usuals - recordar el seu significat.

Taula 4: Codis de colors		
CODI	DESCRIPCIÓ	COMPORTAMENT
D	Apagat (Disconnectat)	R
		G
		V
V	Verd fix	R
		G
		V 
R	Vermell fix	R 
		G
		V
A	Ambre fix	R
		G 
		V
P	Verd intermitència ràpida	R
		G
		V 
J	Verd fix i ambre intermitència lenta R G	
		
		V 
I	Verd intermitent ràpid i ambre R G intermitència lenta	V
		
		
G	Vermell fix i ambre intermitència lenta	R 
		G 
		V
F	Ambre intermitència lenta	R
		G 
		V
C	Verd intermitència lenta	R
		G
		V 
N	Verd i ambre fix	R
		G 
		V 
S	Vermell i ambre fix	R 
		G 
		V
B	Vermell intermitència lenta	R 
		G
		V

<i>Taula 4: Codis de colors</i>		
CODI	DESCRIPCIÓ	COMPORTAMENT
H	Vermell intermitència ràpida	R 
		G
		V
E	Verd i ambre intermitència ràpida	R
		G 
		V 
K	Verd i ambre intermitència lenta alternades	R
		G 
		V 
Z	Vermell i ambre intermitència lenta alternades	R 
		G 
		V

### 5.2.4 Etapes

Les etapes assignen colors a les sortides.

Les etapes s'identifiquen mitjançant la seqüència de lletres: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, #, \$, %, &, @, \*.

El regulador ha de permetre codificar fins a 32 etapes.

<i>Taula 5: Etapes</i>	
A	Codi del Color per a cada grup de trànsit
B	Codi del Color per a cada grup de trànsit
...	...
*	Codi del Color per a cada grup de trànsit

### 5.2.5 Fases

El regulador ha de permetre definir fins a 8 etapes com a fases principals, com a mínim. El regulador tindrà un mode ampliat en el qual es defineixen noves etapes per a les transicions, reservant les etapes de la A la \* per a les fases.

**Taula 6: Fases**

1	Codi de l' etapa
...	...
8	Codi de l' etapa

### 5.2.6 Transicions

El regulador definirà les transicions entre dues fases com una seqüència d' 1 a 6 etapes i la seva durada. El regulador ha de poder definir fins a 8 transicions, com a mínim.

**Taula 7: Transicions**

1	Fase Inicial	
	Fase Final	
	1	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
	2	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
	...	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
	6	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
...	...	
	...	
	1	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
	2	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
	...	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
	6	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
8	Fase Inicial	
	Fase Final	
	1	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
	2	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
	...	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]
	6	[Codi de l'Etapa; durada (en segons)]

En mode ampliat, la taula de Transicions és diferent (taula 8) i a més s'afegeix una altra taula de Transitoris (taula 9) en què es defineixen les noves etapes. A la taula de Transicions es fa referència als Transitoris.

<b>Taula 8: Transicions (mode ampliat)</b>		
1	Fase Inicial	
	Fase Final	
	Número de Transitori	
	1	[Durada de l'etapa (en segons)]
	2	[Durada de l'etapa (en segons)]
	...	[Durada de l'etapa (en segons)]
	6	[Durada de l'etapa (en segons)]
...	...	
	...	
	...	
	1	[Durada de l'etapa (en segons)]
	2	[Durada de l'etapa (en segons)]
	...	[Durada de l'etapa (en segons)]
	6	[Durada de l'etapa (en segons)]
8	Fase Inicial	
	Fase Final	
	Número de Transitori	
	1	[Durada de l'etapa (en segons)]
	2	[Durada de l'etapa (en segons)]
	...	[Durada de l'etapa (en segons)]
	6	[Durada de l'etapa (en segons)]

**Taula 9: Transitoris (mode ampliat)**

1	Número de Transitori	
	1	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
	2	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
	...	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
	6	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
...	...	
	1	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
	2	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
	...	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
	6	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
8	Número de Transitori	
	1	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
	2	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
	...	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]
	6	[Codi del Color per a cada grup de trànsit]

### 5.2.7 Estructures

El regulador defineix les estructures com a seqüències de 2 a 8 fases.

El regulador pot tenir definides fins a 4 estructures com a mínim.

**Taula 10: Estructures**

1	Fase 1, fase 2, [fase 3, ] [fase 4] [fase 5] [fase 6] [fase 7] [fase 8]
...	...
4	Fase 1, fase 2, [fase 3, ] [fase 4] [fase 5] [fase 6] [fase 7] [fase 8]

### 5.2.8 Plans emmagatzemats

El regulador tindrà una taula amb capacitat per a 8 plans, com a mínim. Cada pla

està format per

- Codi de l'estructura
- Desfasament en segons
- Durada de cada fase en segons
- 1 = Entrada immediata / 0= Espera a fi de cicle
- Referència horària (opcional)

L' absència de referència horària implica la utilització de la primera referència anterior programada



**Taula 11: Plans emmagatzemats**

1	Codi de l' estructura	
	Desfasament (SS)	
	1	Durada de la fase 1, SS
	2	Durada de la fase 2, SS
	3	[Durada de la fase 3, SS]
	i	[Durada de la fase i, SS]
	8	[Durada de la fase 8, SS]
	1 = Entrada immediata / 0= Espera a fi de cicle	
	[Referència horària HH:MM:SS]	
...	Codi de l' estructura	
	Desfase, SS	
	1	Durada de la fase 1, SS
	2	Durada de la fase 2, SS
	3	[Durada de la fase 3, SS]
	i	[Durada de la fase i, SS]
	8	[Durada de la fase 8, SS]
	1 = Entrada immediata / 0= Espera a fi de cicle	
	[Referència horària HH:MM:SS]	
8	Codi de l' estructura	
	Desfase, SS	
	1	Durada de la fase 1, SS
	2	Durada de la fase 2, SS
	3	[Durada de la fase 3, SS]
	i	[Durada de la fase i, SS]
	8	[Durada de la fase 8, SS]
	1 = Entrada immediata / 0= Espera a fi de cicle	
	[Referència horària HH:MM:SS]	

### 5.2.9 Pla extern

El pla extern és similar a un pla emmagatzemat, amb la particularitat que està reservat al Centre de Control.

Està previst per ser escrit amb freqüència i no ha d'estar en memòria permanent.

En el Pla extern la referència horària és un paràmetre necessari.

El pla extern s'activa a petició del Centre de Control, i aleshores es fa el canvi des del pla de la manera anterior. La desactivació es fa també a petició del Centre de Control, o bé quan passen més de quinze minuts sense refresc del pla extern. En desactivar-se, el regulador torna a la taula horària, i canvia al pla que correspongui.

<b>Taula 12: Pla extern</b>		
0	Codi de l'estructura	
	Desfasament (SS)	
	1	Durada de la fase 1, SS
	2	Durada de la fase 2, SS
	3	[Durada de la fase 3, SS]
	i	[Durada de la fase i, SS]
	8	[Durada de la fase 8, SS]
	1 = Entrada immediata / 0= Espera a fi de cicle	
	Referència horària HH: MM: SS	

### 5.2.10 Dies singulars de l'any

S'introdueix el concepte de dia singular per possibilitar un funcionament especial en dates especials. El regulador tindrà una taula de fins a 50 entrades per determinar els dies singulars al llarg de l'any. Es podran codificar diferents dies singulars (per exemple, festius locals, partit de futbol, etc.)

En una data determinada, la definició d'un tipus de dia té prioritat sobre el dia de la setmana real.

**Taula 13: Dies singulars**

1	Dia-mes	Hora minut	Ordre	[ref. cicle]
		...	...	...
		Hora minut	Ordre	[ref. cicle]
...	...	...		
50	Dia-mes	Hora minut	Ordre	[ref. cicle]
		...	...	...
		Hora minut	Ordre	[ref. cicle]

### 5.2.11 Programa setmanal

El regulador disposarà de 7 taules (una per a cada tipus de dia) de 64 entrades cadascuna, indicant:

- Hora (en HH:MM)
- Ordre emesa (com a mínim, activació d'un Pla o ordre de comandament directe)
- Referència horària del nou pla (l'instant d'inici del verd via principal amb desfasament nul)

**Taula 14: Programa setmanal**

1	Hora minut	Ordre	[ref. cicle]
...	...	...	...
64		Ordre	[ref. cicle]

### 5.3 Procediments de coordinació

Quan estigui coordinat amb altres equips mantenint en una zona un determinat desfasament per al verd via principal el regulador pot operar d'acord amb un dels següents procediments:

- Coordinació relativa a un equip de referència, usualment anomenada Sincronització

- Coordinació absoluta respecte a un instant temporal objectiu (per exemple, a partir de dimarts a les 13:05).

### **5.3.1 Coordinació relativa o Sincronització**

#### *5.3.1.1 Mètode de sincronització*

En aquest cas els reguladors de la zona estan connectats per mitjà d' un senyal de sincronisme. L'equip de capçalera - el regulador de referència, amb desfasament nul - envia un impuls a l'inici de cicle 8 .

Tots els equips de la zona utilitzaran un pla fix predeterminat, incloent el desfasament de cada encreuament, modificant únicament l' instant d' inici del pla d' acord amb la sincronització rebuda.

#### *5.3.1.2 Pèrdua i recuperació de sincronisme.*

El sincronisme es perd per la falta de periodicitat de l'impuls (per augment o defecte) dins d'un marge de tolerància establert. La pèrdua de sincronisme origina una alarma.

El sincronisme s' adquireix en rebre establement un senyal de sincronisme de període semblant a la del pla predeterminat. Un cop comprovada la correcció del senyal, l'encreuament inicia un "Procés de resincronització".

### **5.3.2 Coordinació absoluta respecte a una referència horària**

La coordinació absoluta suposa que tots els reguladors de la zona tenen l' hora correcta. Per a cada zona es defineix un instant de referència absoluta a partir del qual s' inicia la seqüència de plans. Per exemple, si la referència està situada a les 0:00:00 hores de cada dia i tots els plans tenen un cicle d'1 minut, un regulador que s'incorpori a la zona sap que el cicle de referència comença als 00 segons de cada minut.

Aquest procediment de coordinació requereix que els reguladors d' una zona tinguin els mateixos canvis de cicle durant la validesa de la referència.

---

<sup>8 8</sup> L' inici de cicle se situa a l' inici de la transició d' entrada a la fase principal

## 5.4 Procediment de resincronització

### 5.4.1 Introducció

En múltiples ocasions un regulador ha d' implantar un nou pla de regulació que no està encara sent utilitzat en la regulació de l' encreuament.

Entre altres casos es poden esmentar,

- Posada en servei. Pas de semàfors apagats, a un pla previst.
- Fi del control Manual. Pas del pla amb avanç de fases manual, al pla corresponent al control sincronitzat, horari o centralitzat, segons els casos.
- Recuperació de sincronisme (En una zona usant coordinació per fils) Pas de la situació present - ambre intermitent o pla fix sense coordinació - a un pla sincronitzat.
- Pas de Sincronització per fils a Control Central. Per recuperació de les comunicacions o per una ordre específica des del Centre de Control. Pot significar una resincronització més un canvi de pla.
- Canvi de pla horari. Abandonament del pla en curs pel nou establert.
- Canvi de pla ordenat pel Centre de Control. Abandonament del pla en curs pel nou establert.
- Posada en hora (quan s'utilitza coordinació horària)

Si el regulador forma part d'una zona coordinada (tant si la coordinació és relativa respecte a un encreuament de referència, com si la coordinació és absoluta respecte a una referència horària), el nou pla té els canvis de fase en instants prefixats.

### 5.4.2 Components temporals

Hi ha dos components temporals diferents que intervenen en el procés de canvi:

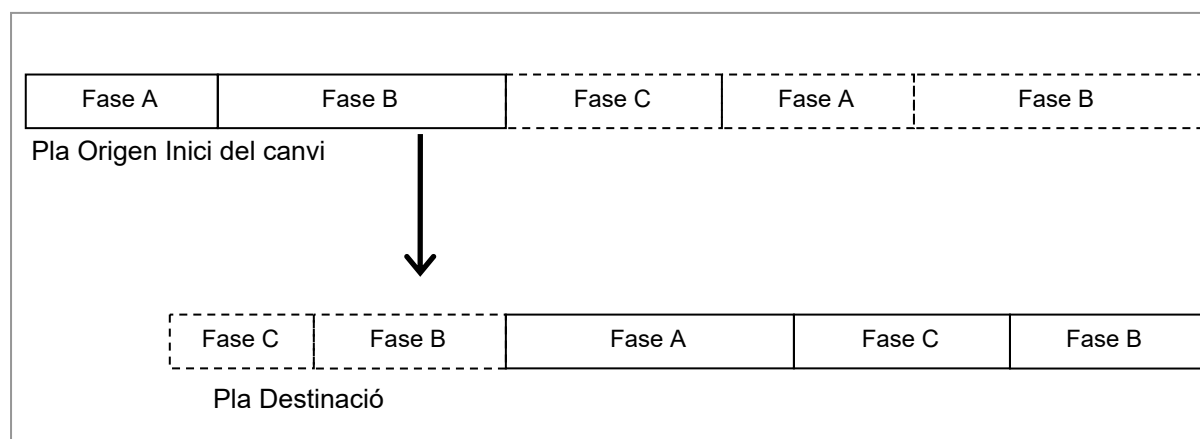
- 1) L'instant en què s'inicia l'operació (Pot ser l'esdeveniment d'una directiva del Centre de Control, una ordre de la taula horària, un esdeveniment exterior com la recuperació de sincronisme, etc.)
- 2) Els instants de canvi de cada fase del nou pla. Especial relleu té l' instant d' inici cicle, sobre el qual es pren el desfasament.

### 5.4.3 Situació de canvi

Entre l' inici i la implantació del pla previst, la cruïlla:

- 1) No està coordinat
- 2) Es troba en una operació de canvi: no controlat més que per si mateix
- 3) La durada i seqüència de les fases que es mostren al carrer, vénen determinades pel procediment de resincronització.

Totes les situacions que comporten un canvi temporal en la seqüència de fases en un instant donat, posen en marxa un procés de resincronització. El problema d'optimització es planteja buscant el camí més ràpid per passar des d'un pla origen a un pla destí, generant un procés transitori.



***Figura 9. Exemple de resincronització***

Està àmpliament acceptat que en les àrees coordinades, el criteri de "mínim temps de canvi en la zona" és el que produeix menor alteració en el trànsit (veure 5.4.6: Algorisme en el regulador: mètode abrupte).

### 5.4.4 Validesa genèrica de l' algorisme

El mateix algorisme és aplicable tant si es modifica només la velocitat de coordinació com si es canvia d' estructura. En efecte, en punts allunyats del nus de referència, un canvi de desfasament pot modificar

la sortida de fases tant o més que un canvi complet de pla.

#### **5.4.5 Casos particulars**

La utilització de l' algoritme no perjudica el comportament de l' encreuament quan els canvis són petits, ja que la major part de vegades la transició òptima consistirà en una lleugera modificació del temps de la fase en curs.

La resincronització d'un encreuament coordinat per fils - sincronitzat - és un cas particular de la situació general i es beneficia de la seguretat i rapidesa de l'algoritme.

#### **5.4.6 Algoritme en el regulador: mètode abrupte**

En el regulador aquest procediment de resincronització en el mínim temps possible, es denomina "mètode abrupte" i compleix les següents regles:

- El pas de la situació d'origen a la de destinació ha de tenir la menor durada possible sense afectar la seguretat. El regulador elaborarà totes les opcions possibles triant el camí més curt, tenint en compte les transicions entre fases definides.
- El temps de verd de qualsevol fase ha de respectar el seu valor mínim programat.
- Cap fase deixarà d'aparèixer durant un temps superior al cicle més gran dels dos plans: actual i futur, menys el temps mínim de la fase.
- Es pot donar l'existència de dues solucions que portin al mateix temps mínim d'implantació del nou pla: una per reducció de temps de verd, una altra estenent les fases. Quan existeixi doble solució, el regulador triarà l' extensió de fases.
- Si no hi ha cap transició definida entre fases del pla origen i destinació, el regulador introduirà una transició automàtica. Aquesta situació generarà una alarma específica.

### **5.5 Components de gestió del temps en el regulador**

El regulador haurà de disposar dels següents components de gestió del temps:

- Relotge/calendari d'hora legal, amb actualització automàtica d'horari d'estiu. Per defecte, el dia i hora de canvi seran els actualment establerts per la CE, però alternativament podran ser carregats des del Centre de Control.
- Relotge astronòmic, per al càlcul dels horaris d'orto i ocàs que controlessin la desactivació i activació automàtica del dimming.
- Comptadors de temps i generadors d'intermitència.

La base de temps per a aquests components la proporcionarà un oscil·lador intern amb una deriva màxima permesa de  $\pm 1$  s/d.

La posada en hora es pot efectuar per 3 procediments:

- Ordre específica prevista en el protocol
- Relotge GPS (opcional)
- Receptor de senyals horàries DCF77 (opcional)

Els rellotges opcionals (GPS o en el seu cas DCF77) posaran en hora almenys una vegada al dia i només quan no existeixi Control Centralitzat. S'assegura així la prioritat del Control Centralitzat fins i tot per distribuir hores diferents.

El regulador haurà de poder generar dues freqüències d'intermitència:

- Intermitència Ràpida
- Intermitència Lenta

El període d'aquestes intermitències vindrà determinat per una taula:

<i>Taula 15: Període de les intermitències</i>	
Intermitència Ràpida	s,ds
Intermitència Lenta	s,ds

La relació Encesa/Apagat serà del 50%.

La resolució del període serà de 0,2s. La taula només admetrà fraccions de segon parells, de manera que als semiperíodes els correspongui sempre un nombre sencer de dècimes de segon.

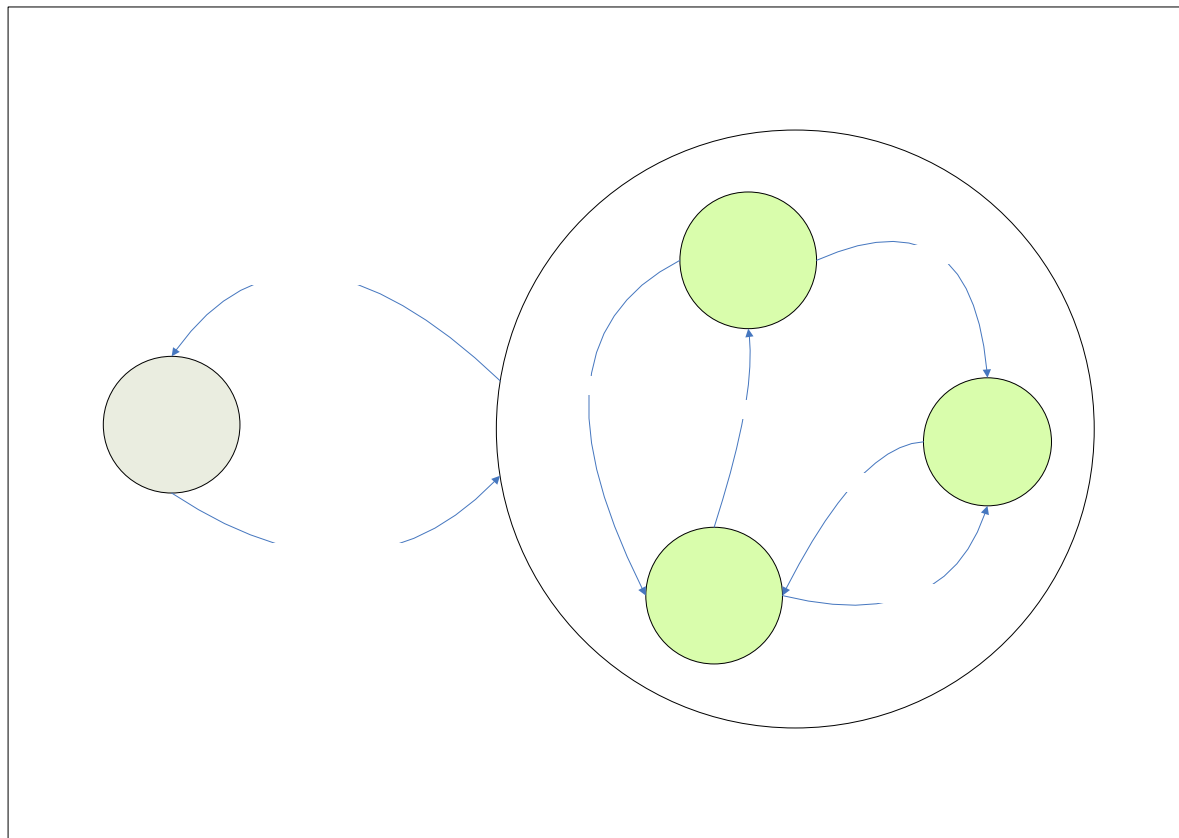


## 5.6 Mètodes de control per l' origen de les ordres

Un cop en mode de control, el regulador pot operar utilitzant un dels mètodes de control següents:

- Manual
- Autònom
- Coordinat
- Centralitzat

d' acord amb el diagrama d' estats de la Figura 10.



***Figura 10: Operació segons origen del control***

El control Manual correspon a la presència de Clau de Guàrdia en qualsevol posició activa (vegeu 4.10). Aquesta situació és prioritària sobre les restants.

El control Autònom correspon a l'absència de senyals de Sincronisme i de Centralització amb independència de la causa: falta d'instal·lació, avaria... En aquesta

situació s' utilitza el Rellotge intern, la Taula horària i els Plans emmagatzemats. La possibilitat de disposar de rellotge intern de gran precisió, mitjançant sincronització externa via GPS o ràdio, permet l' existència d' àrees coordinades sense necessitat de cablejat extern entre reguladors o amb el Centre de Control.

El control Coordinat correspon a l' existència de senyal de Sincronisme i absència de Centralització. En aquest cas la coordinació és per senyal de sincronisme. No s' utilitza el rellotge intern. S'empra un pla predeterminat amb estructura, desfasament i temps de fase (= cicle) definits.

El control Centralitzat correspon a l' existència de senyal de Centralització. El control remot pot controlar **tots els paràmetres de regulació contemplats en el protocol. Per exemple:**

- Apagar l'encreuament
- Posar l'encreuament a Intermitent
- Passar l'encreuament a plans emmagatzemats
- Actualitzar l'hora del rellotge
- Escriure un pla dinàmic en memòria volàtil en regulació per elaboració de plans
- Seleccionar una estructura i determinar desfasament i cicle per enviament en temps real d'ordres de finalització de fases.
- Llegir i escriure qualsevol dels paràmetres emmagatzemats al regulador

## **5.7 Actuació pel trànsit i demandes externes**

El regulador disposarà d'un mòdul de programari que li permetrà (en cadascun dels mètodes de control descrits excepte el manual) funcionar, a més, accionat pel trànsit, atenent les entrades de detectors de vehicles i de polsadors de vianants.

El regulador podrà disposar d'un mòdul de programari opcional que li permetrà reaccionar a demandes externes d'acabament immediat d'una fase, salvats els temps mínims, i entrada en una fase o seqüència de fases especial (per donar prioritat a vehicles especials, com autobusos, bombers, etc.), de forma definida pel fabricant.

### 5.7.1 Tipus de fases definides

Pel que fa a la seva aparició, una fase pot tenir:

- Aparició fixa, **és a dir, estarà sempre present dins d'un cicle semafòric, amb independència de les condicions exteriors.**
- Aparició condicionada, **és a dir la seva existència dependrà de l'existència o no de demanda.**

Pel que fa a la durada, una fase pot tenir:

- Durada fixa, independent de la demanda
- Durada extensible, en funció de la demanda.

Aquestes característiques d'aparició i durada es poden combinar per donar origen a quatre tipus diferents de fase, tal com mostra la taula següent:

Taula 16: Tipus de fases			
		DURADA	
		Fixa	Extensible
APARICIÓ	Fixa	Independent (de les condicions exteriors)	Fixa amb durada extensible (p. ex., detectors de vehicles)
	Condicionada a la demanda	Condicionada amb durada fixa (p. ex. pulsadors de vianants)	Condicionada amb durada extensible (p. ex. detectors de vehicles)

### 5.7.2 Plans actuals

El fet que un pla sigui actual o no, depèn que inclogui fases actuades en la seva programació.

Existeixen múltiples solucions per a la implementació d'un encreuament actuat. La següent descripció és orientativa i descriu un cas genèric.

Una fase amb durada extensible queda determinada pels paràmetres següents:

- Fase de sortida fixa (amb o sense demanda)
- Extensió del verd mínim per vehicle en espera en el propi moviment
- Extensió per vehicle detectat
- Interval màxim entre deteccions per concedir extensió
- Reducció de l'interval per vehicle arribat en moviment competidor
- Durada màxima total

### **5.7.3 Entrades per a accionament**

El regulador acceptarà les següents peticions d'actuació:

- Detectors de vehicles
- Polsadors de vianants
- Ordres específiques incloses en el protocol

Una mateixa fase pot estar condicionada per més d'una demanda. En aquesta situació:

- Existirà una jerarquia de prioritats de demanda, de manera que una demanda de bombers tindrà prioritat sobre una de tramvia, i aquesta sobre una de vianants.
- El temps mínim de seguretat utilitzat serà sempre el major dels presents (Per exemple una extensió de vehicle de 2 s i una demanda de vianant de 3 s donarà lloc a un temps mínim de 3 s)

### **5.7.4 Seqüència de fases prioritària**

És una seqüència de fases, o fase única, amb preferència (autobusos, bombers, etc.) sobre altres demandes. Es mantenen únicament criteris de seguretat (verds mínims, incompatibilitats, etc.)

La demanda pot provenir de:

- Entrada local assignada
- Petició explícita externa (Per exemple, directiva hurry-call en el protocol) El regulador

emmagatzemarà la programació de la seqüència prioritària de fases, així com les transicions necessàries.

Opcionalment es podrà connectar la balisa de pas de vehicle a una entrada de detectors.

## **5.8 Alarmes**

### **5.8.1 Generació**

Les alarmes generades pel regulador procedeixen de:

- 1) Circuits de diagnòstic intern: Test de memòria, etc.
- 2) Integritat i correcció del funcionament de la cruïlla: monitoratge de sortides, comunicacions...
- 3) Canvis de nivell de les entrades auxiliars, relacionades a la Taula 1.

### **5.8.2 Transmissió**

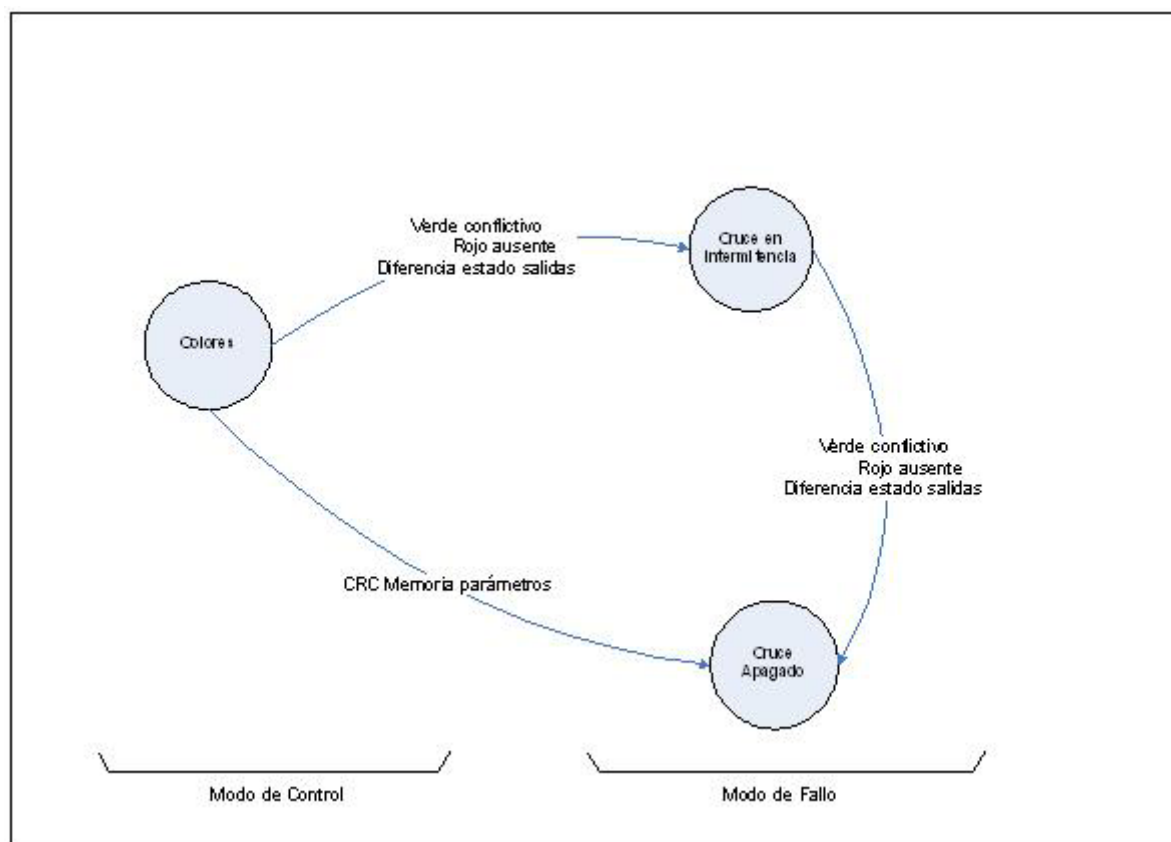
El regulador enviarà aixíncronament un missatge al Centre de Control cada vegada que detecti una activació o desactivació d'una alarma. A petició del Centre de Control el regulador enviarà l' estat actual de totes les alarmes. Això permetrà efectuar un mostreig de baixa freqüència.

La gestió i codificació de les alarmes que generi el regulador es realitzarà d' acord amb el que s' indica en el protocol de comunicacions descrit a l' ANNEX D.

### **5.8.3 Reacció del regulador**

A l' entrada en servei el regulador identificarà l' existència d' alarmes. Només passarà a tall de control si no hi ha cap fallada més gran. En cas contrari passarà a tall de fallada.

La reacció davant d' una alarma en cadascuna de les situacions de control està descrita en la Figura 11.



*Figura 11. Canvi d'estat per presència d'alarmes*

## 5.9 Tractament de les sortides

### 5.9.1 Estat general de les sortides

Les sortides del regulador poden tenir quatre estats lògics generals descrits a la taula següent:

**Taula 17: Estat de les sortides**

Apagat	Es dona ordre d'apagat a tots els grups. Aquest estat és independent de la desconexió física d'alimentació de làmpades
Cruïlla en intermitent	S'apaguen tots els colors exceptuant els d'ambre de vehicle i protecció de vianants, que estaran en intermitència
Colors amb lluminositat atenuada	S'aplica a cada grup el color d'acord amb la regulació en curs. La tensió de sortida correspon a l'establerta per a lluminositat atenuada.
Colors amb lluminositat plena	S'aplica a cada grup el color d'acord amb la regulació en curs. La tensió de sortida correspon a l'establerta per a lluminositat plena.

### 5.9.2 Canvi d'estat

L'estat general de les sortides pot ser modificat per:

- Seqüència de posada en servei
- Clau de guàrdia en posició "Intermitència"
- Ordre directa externa (protocol)
- Alçada del Sol (Relotge astronòmic)
- Situacions d'alarma específiques

### 5.9.3 Lluminositat atenuada (Dimming)

El regulador tindrà la capacitat d'atenuar la intensitat lluminosa dels semàfors, modificant la tensió de les sortides.

El mecanisme d'activació i desactivació de la lluminositat reduïda serà configurable, existint com a mínim les següents opcions:

- Activació/desactivació remota des del Centre de Control
- Activació/desactivació local controlada pel rellotge astronòmic i l'altura del Sol definida.
- Activació de la lluminositat plena en cas de caiguda de les comunicacions.
- Activació de la lluminositat reduïda en cas d'entrada en servei del SAI en mode local, d'acord amb la seva configuració. Aquesta opció és prioritària davant la caiguda de comunicacions.

#### 5.9.4 Calibratge

A partir d'una ordre donada pel teclat local, el regulador activarà una sessió de calibratge durant la qual es gravaran en una taula els consums típics de l'encreuament durant un cicle complet de funcionament. En cas necessari, els valors d'aquesta taula podran ser modificats des del teclat local del regulador.

El procediment de calibratge ha de tenir en compte els diferents valors de consum segons estigui o no actiu el dimming. D'aquesta manera el regulador detectarà fallada de la unitat òptica, amb i sense dimming.

Igualment, en aquells encreuaments que comptin amb el sistema d'avís acústic per a persones invidents caldrà tenir en compte altres valors de consum normal. El calibratge dels grups de vianants es farà amb la placa en repòs i els excessos de consum que es produeixin en posar-se en funcionament el senyal acústic hauran de ser filtrats.

#### 5.9.5 Detecció d'anomalies

##### 5.9.5.1 Fallada d'unitat òptica

Durant la seva operació a Mode de Control, el regulador mesurarà el consum de cada sortida i compararà els valors mesurats amb els valors patró registrats. Si la discrepància entre ambdós valors és superior a un marge establert des del Centre de Control, es generaran alarmes per falta o excés de consum. Això permetrà la detecció de LEDs fora de servei.

#### NOTA

##### Símbols especials

*Es parteix del supòsit que els símbols especials (fletxes, vianants, etc.) s'obtidran mitjançant superposició de màscares a focus estàndard, per les raons següents:*

- a) *Reducció del nombre de referències de peces de recanvi*
- b) *Substitució d'una llarga casuística de què fer amb cada símbol quan fallen determinats LED's per un comportament genèric en cas d'avaría.*
- c) *La tecnologia de LED's progressa cap a un il·luminador central de gran rendiment que deixarà obsolets els símbols fets amb peces discretes.*
- d) *La detecció de consums fa que la detecció d'unitat òptica fora de servei sigui molt més fiable.*



### 5.9.5.2 Moviments incompatibles

#### 5.9.5.2.1 Definició

La taula següent presenta un model de definició de moviments incompatibles:

<b>Taula 18: Moviments incompatibles</b>											
Sortida	1	2	3	4	5	6	7	8	...	...	32
1		0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
2	0/1		0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
3	0/1	0/1		0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
4	0/1	0/1	0/1		0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
5	0/1	0/1	0/1	0/1		0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
6	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1		0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
7	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1		0/1	0/1	0/1	0/1
8	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1		0/1	0/1	0/1
...	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1		0/1	0/1
...	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1		0/1
32	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	

El contingut de cadascuna de les cel·les de la matriu d'incompatibilitats pot ser:

- Moviment permès (0)
- Moviment no permès (1)

Per defecte, totes les cel·les de la taula tenen el valor de moviment permès. Perquè l'encreuament entri en colors s'haurà de programar almenys un moviment no permès.

Si es programa en el regulador una incompatibilitat entre una parella de grups però no en la seva recíproca (per exemple, la incompatibilitat entre el grup 1 i el 4, però no entre el 4 i l'1), el regulador incorporarà ambdues a la matriu d'incompatibilitats (matriu simètrica).

La taula de moviments incompatibles estarà protegida davant d'alteracions accidentals. Per modificar el contingut de la taula, existirà un procediment d'accés restrictiu, que crearà a més un registre d'intervencions.

La norma UNE 135401-1 estableix que el temps transcorregut entre la detecció d'una fallada i el canvi a un estat segur de funcionament ha de ser inferior a 500 ms. (classe AG5). L'actuació exigida davant la detecció d'incompatibilitats queda dins d'aquesta directiva.

#### *5.9.5.2.2 Vigilància de verds conflictius*

El regulador no permetrà l'execució d'ordres que signifiquin la sortida de verd per a moviments incompatibles.

El regulador haurà de poder detectar qualsevol situació de verd-verd per a moviments incompatibles, i en aquest cas, entrarà en mode de fallada, dins dels marges de temps previstos per la norma, enviarà una alarma i posarà l'encreuament en intermitent o apagat, d'acord amb l'acció programada.

#### *5.9.5.3 Vermell absent*

El regulador haurà de poder detectar qualsevol situació efectiva de vermell absent, i en aquest cas, entrarà en mode de fallada, dins dels marges de temps previstos per la norma, enviarà una alarma i posarà l'encreuament en intermitent o apagat, d'acord amb l'acció programada.

#### *5.9.5.4 Diferència en sortides a grups*

El regulador comprovarà que les lectures proporcionades pels circuits de comprovació de les sortides, coincideixen amb les ordres donades als grups.

Quan es detecti una situació de diferència entre ordres de grup i lectures, el regulador entrarà en mode de fallada, dins dels marges de temps previstos per la norma, enviarà una alarma i posarà l'encreuament en intermitent o apagat, d'acord amb l'acció programada.

#### *5.9.5.5 Mesura del corrent diferencial per grups (Opcional)*

El regulador efectuarà una mesura contínua dels corrents diferencials per grup i enviarà una alarma quan la fuga d'un grup superi un determinat valor parametrizable.

## **5.10 Tractament de les entrades digitals**

### **5.10.1 Entrades dels detectors**

El regulador llegirà l' estat de les entrades dedicades als detectors cada 10 mseg. i emmagatzemarà, per a cada cicle semafòric i per a cadascun dels detectors, els valors mitjans durant l' última hora de les variables següents:

- Volum (Nombre total de vehicles per cicle)
- Ocupació de carril (Percentatge d'ocupació)

i de les variables calculades:

- Intensitat (nombre de vehicles per hora)

En base a la informació emmagatzemada, el regulador ha de poder donar:

- Valors mitjans de les variables entre tots els cicles acabats en els últims N minuts (avís en cas que no hagi acabat cap cicle durant aquest període)
- Valors mitjans de les variables durant els últims N cicles.
- Valor de detecció dels últims N segons.

El regulador ha de poder subministrar també el valor de la lectura instantània de totes les entrades corresponents a detectors.

### **5.10.2 Entrades auxiliars**

Les entrades auxiliars seran tractades com a alarmes del sistema (Veure 5.8)

## **5.11 Programació**

El regulador es podrà programar:

- Des d'un terminal, compost per teclat i display connectats localment, de manera que es puguin enviar i rebre caràcters ASCII i visualitzar-los.
- Des del Centre de Control, utilitzant les mateixes ordres que en mode local, però amb l'encapsulament explicitat en el protocol més el propi del TCP/IP.

Per modificar la programació del regulador existirà un sistema de control d' accés d' usuari, que a més crearà un registre d' usuaris que hagin accedit. Els codis d' accés seran autoverificables i particulars per a cada usuari.

Totes les modificacions de configuració quedaran emmagatzemades en una memòria temporal, fins que es rebí una ordre d'anul·lació o de validació:

- En rebre una ordre d'anul·lació, el regulador esborrarà el contingut de la memòria temporal.
- En rebre una ordre de validació, el regulador procedirà a analitzar la coherència de les dades emmagatzemades. Si són correctes, la configuració passarà a la memòria definitiva, i s'enviarà un missatge d'acceptació al Centre de Control i al terminal de programació en cas que estigui connectat. En cas contrari, s'informarà l'operador dels errors de configuració detectats, i es mantindrà la programació anterior.

En cas que després d'efectuar les modificacions no arribés l'ordre de validació en un interval de temps determinat, el regulador generarà una alarma i esborrarà el contingut de la memòria temporal.

## **5.12 Prioritat transport públic**

El regulador haurà de permetre la incorporació de prioritat per al transport públic, tant autobusos com tramvies (vegeu 5.7: Actuació pel trànsit i demandes externes). La gestió de prioritat del transport públic haurà de ser compatible amb la gestió de hurry calls.

## **5.13 Corredors de bombers**

El regulador haurà de permetre la incorporació de seqüències d'emergència que donin prioritat a corredors de bombers, a petició del Centre de Control mitjançant hurry-call.

La seqüència d'emergència es defineix des del Centre de Control, i pot estar formada per diverses fases, essent una d'elles la fase d'emergència pròpiament dita, de durada indefinida.

El regulador activarà la seqüència d'emergència a petició del Centre de Control, i inclourà automàticament la transició d'entrada, en funció del color actual i el color de la fase d'emergència.

El regulador desactivarà la seqüència d'emergència quan detecti el pas del vehicle mitjançant el senyal procedent de la balisa o quan rebí l'ordre corresponent des del Centre de Control.

Un cop finalitzada la seqüència d'emergència, el regulador torna al pla que estava executant, introduint una transició automàtica, i generarà un avís de fi d'alarma de hurry call.

Tant la transició d'entrada com la de sortida respectaran sempre els temps mínims establerts.

#### **5.14 Compatibilitat amb equips existents**

El regulador local serà compatible amb els sistemes de regulació i comunicació instal·lats actualment a Barcelona i connectats al Centre de Control.

El protocol de comunicacions amb el Centre de Control serà el protocol B.

## — 6 Interfases definides

### 6.1 Interfície amb el semàfor

En l'actualitat, la CENELEC està en procés d'adaptar de la normativa europea a les de trànsit de LEDs, prenent inicialment com a referència la interfície OCIT (Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems) proposada pel consorci alemany ODG, i la que ASTRIN (Associations of Traffic Industries in the Netherlands) ha definit per als Països Baixos. Aquesta nova normativa sorgeix de la necessitat de tractar característiques tècniques específiques dels semàfors de LEDs que no estan descrites en els estàndards disponibles actualment, i té com a principal objectiu l'establiment d'un conjunt mínim de requisits que permeti la verificació independent de reguladors i semàfors. D'aquesta manera es podrà garantir la interoperabilitat dels productes que compleixin la nova normativa, encara que provenguin de subministradors diferents.

El grup de treball espanyol ha presentat a CENELEC una nova proposta, prenent com a base la normativa ASTRIN, però amb petites variacions, relatives especialment als llindars de tensió admissibles.

A l'ANNEX A es presenten els requisits de la interfície regulador – semàfor, prenent com a base la proposta espanyola a CENELEC.

Tenint en compte els valors definits per aquesta interfície, caldrà que:

- El regulador sigui capaç de proporcionar a la seva sortida una tensió de 42VAC (+15%, - 20%) en el cas d'il·luminació plena i 25VAC (+15%, -20%) en cas d'il·luminació atenuada.
- L'instal·lador dimensioni adequadament els cables de la instal·lació, per evitar una caiguda de tensió superior al 5%, tenint en compte els consums màxims definits a l'ANNEX A, un màxim de 5 focus per color i la possibilitat d'encendre 2 colors simultàniament en cada grup.

### 6.2 Interfície amb el Centre de Control i el dispositiu portàtil

El regulador es comunicarà:

- Amb el Centre de Control a través d'una xarxa Ethernet amb protocol TCP/IP

- Amb un dispositiu portàtil a través d'un port RS232.

Els dos mitjans de comunicació utilitzaran el mateix intèrpret de comandaments.

Tots els missatges que intercanviï el regulador amb el dispositiu de manteniment seran idèntics als intercanviats entre regulador i Centre de Control, amb independència del fet que en el cas de les comunicacions amb el Centre de Control els missatges es transmetran amb l'encapsulament explicitat en el protocol més el propi del TCP/IP. A més, existiran missatges addicionals en format binari entre el regulador i el Centre de Control.

En general, el protocol de comunicacions permetrà:

- La introducció en el regulador, tant des del Centre de Control com des del dispositiu portàtil, de totes les dades i paràmetres necessaris per definir la regulació de l'encreuament. El regulador ha de disposar d'un sistema de comprovació d'errors en les ordres entrants, amb l'objecte de rebutjar les que contenen dades errònies i, especialment, una comprovació d'aquells errors o fallades en les dades que puguin ocasionar problemes de seguretat en la intersecció (incompatibilitats, estructura de fases, temps mínims, etc.)
- La transmissió en mode asíncron, des del regulador al Centre de Control, de totes les alarmes que es generin.
- L'establiment remot del mode de funcionament i els mètodes de control del regulador, i la càrrega de plans externs.
- La consulta de l'estat del regulador, tant des del Centre de Control com des del dispositiu portàtil: estat de les entrades auxiliars, dades dels detectors, estat de les sortides, alarmes actives, registre històric d'alarmes

El protocol de comunicacions es troba descrit detalladament a l' ANNEX D del present document.

## **ANNEX A INTERFÍCIE REGULADOR-SEMÀFOR**

Les taules següents presenten els requisits de la interfície regulador – semàfor, prenent com a base la proposta espanyola a CENELEC. Les taules presenten els valors de les principals magnituds en les condicions de treball següents:

- Operació en estat estable
- Procediment de connexió (il·luminació de semàfors)
- Procediment de desconnexió (apagat de semàfors)



**Taula 19: Condicions d'operació en estat estable. Dades a semàfor**

Propietat	Definició	Unitat	Dimensió	Llindar	Valor
Tensió de funcionament amb lluminositat plena (de la unitat òptica)	Tensió eficaç a l'entrada de la unitat òptica amb què la intensitat lluminosa correspon a la classe indicada en la norma EN 12368	$UIN^{(nom)}$	VAC	Nominal	42
		$UIN^{(min)}$		Mínima	31
		$UIN^{(max)}$		Màxima	50
Tensió de funcionament amb lluminositat reduïda	Tensió eficaç a l'entrada de la unitat òptica amb què la intensitat lluminosa correspon als nivells desitjats per operar amb lluminositat reduïda (dimming)	$UIN^{(dimmed)}$	VAC	Mínima	18
				Nominal	25
				Màxima	29
Corrent de funcionament	Valors eficaços (rms) del corrent de funcionament en el rang de tensions $UON - UIN^{(max)}$ amb la unitat òptica encesa i en estat estable	$IIN$	mA	Mínima	184
				Màxima	485
Distorsió harmònica total	Relació entre la potència dels harmònics per sobre de la freqüència fonamental i la potència de la freqüència fonamental	THD	%	Màxima	33%
Consum a la tensió nominal de funcionament	Consum de la unitat òptica a la tensió nominal $UIN$	$PIN^{(nom)}$	W	Mínim	7
				Màxim	15
Factor de potència ( $\cos \varphi$ )	Valor absolut del quocient entre la corrent d'entrada del primer harmònic i el corrent d'entrada total, segons EN 61000-3-2, Classe C tant en Mode de Control com en Mode de Fallada	$\lambda$	[1]	Mínim	0,9

**Taula 20: Procediment de connexió (il·luminació). Dades a semàfor**

Propietat	Definició	Unitat	Dimensió	Llindar	Valor
Interval de connexió (corrent)	Interval de temps des de la l' aplicació de la tensió de funcionament fins que la corrent d' entrada supera la corrent mínim de funcionament	<i>TSET</i> (corrent)	ms	Màxim	20
Interval de connexió (llum)	Interval de temps des de la l' aplicació de la tensió de funcionament fins que la intensitat lluminosa de la unitat òptica assoleix els nivells definits per EN: 12368	<i>TON</i> (llum)	ms	Màxim	50
Tensió de connexió	Tensió de funcionament a partir de la qual la unitat òptica subministra una intensitat lluminosa de 10 cd (es considera encesa)	<i>UON</i>	$V_{AC}$	Mínim	15
				Màxim	18
Interval de sobrecorrent transitòria de connexió	Interval de temps des de la l' aplicació de la tensió de funcionament fins que la corrent s' estabilitza dins de uns determinats marges de corrent de funcionament (80% < IIN < 120%)	<i>TON</i> (corrent)	ms	Màxim	100
Sobrecorrent de connexió	Valor màxim admissible de la corrent de connexió I ON durant el període TON	<i>ION</i>	mA	Màxim	1000

**Taula 21: Procediment de desconexió. Dades a semàfor**

Propietat	Definició	Unitat	Dimensió	Llindar	Valor
Interval de desconexió (llum)	Interval de temps des de la l' eliminació de la tensió de funcionament fins que la intensitat lluminosa de la unitat baixa per sota de les 0,05 cd (nivell considerat apagat)	$TOFF$ (llum)	ms	Màxim	50
Tensió de desconexió	Tensió de funcionament per sota de la qual la unitat òptica subministra una intensitat lluminosa inferior a 0,05cd (es considera apagada)	$UOFF$	$V_{AC}$	Mínim	15
				Màxim	18
Ràtio de tensió residual	Relació entre la tensió residual mesurada en la unitat òptica i la tensió de funcionament nominal, al cap d' un interval de temps específic (50 ms) després de la l' eliminació de la tensió nominal de funcionament.	$UREV/$ $U_{IN(nom)}$	%	Màxim	10

## ANNEX B GLOSSARI I ACRÒNIMS

### B. 1 - Glossari

*Taula 22: Glossari*

Nom	Definició	Comentaris
Cap semafòric <i>Signal head</i>	Part d' un semàfor consistent en una armadura on s'ha muntat tot el dispositiu de senyalització lluminosa.	
Capçal de semàfor <i>Signal head</i>		Veure Cap semafòric
Cara de semàfor <i>Signal face</i>		Veure Unitat òptica
Cicle (semafòric) <i>Cycle</i>	Seqüència completa d' indicacions d' un conjunt semàfors governats pel mateix regulador de trànsit.	
Color	Cadascuna de les 3 sortides independents d' un mateix grup	
Coordinació de semàfors <i>Traffic signal coordination</i>	Regulació semafòrica en un itinerari o en una xarxa viària, en la qual les indicacions dels semàfors estan relacionades entre si	
Control semafòric accionat pel trànsit <i>Traffic-actuated signal control</i>	Sistema de control semafòric de cicle variable en el els cicles i les fases varien d' acord amb la demanda del trànsit registrada per detectors o per l' actuació de polsadors de contacte.	
Control semafòric accionat pels vianants <i>Pedestrian-actuated signal control</i>	Sistema de control semafòric de cicle variable mitjançant un polsador de contacte que els vianants poden apretar per fer canviar la indicació de un semàfor.	
Control semafòric de cicle fix <i>Fixed-time signal control</i>	Sistema de control semafòric en què la durada de les fases és fixa i les indicacions se succeeixen alternativament a intervals constants.	
Control semafòric de cicle variable	Sistema de control semafòric en què la durada de fases varia d' acord amb les necessitats del	La regulació del cicle es pot fer per mitjà de

**Taula 22: Glossari**

Nom	Definició	Comentaris
<i>Maternal-time signal control</i>	trànsit.	rellotges, detectors, des de una sala de control, etc.
Detector  <i>Detector</i>	Dispositiu que serveix per descobrir la presència de un fenomen físic, una circumstància, un paràmetre, etc., que afecta la circulació	
Estructura	Seqüència prefixada de fases principals	
Diagrama de fases  <i>Phase diagram</i>	Representació gràfica de l' esquema de funcionament dels moviments de vehicles i vianants en una intersecció regulada per semàfors.	
Estructura	Seqüència de fases estables	
Fase  <i>Phase</i>	Estat d' una intersecció regulada per semàfors en la qual estan permesos una sèrie de moviments compatibles entre si.	
Fase principal	Correspon a aquells intervals o fases que representen un estat estable d' adjudicació de temps d' ús de la intersecció a uns moviments de trànsit	Correspon al temps de verd d' accés a una intersecció;
Fase saturada  <i>Saturated phase</i>	Fase en què el nombre de vehicles que vol passar una intersecció durant el temps de verd és major que el nombre de vehicles que pot fer-ho.	
Fase secundària	Correspon als estats intermedis necessaris com a transició entre les fases principals...	Correspon als temps de seguretat
Fase transitòria		Veure Fase secundària
Grup semafòric  <i>Signal group</i>	Conjunt de semàfors que controlen un moviment independent de vehicles o vianants, i en els quals coincideix sempre el mateix estat de color.	
Indicació de semàfor  <i>Signal indication</i>	Llum que emet un semàfor, d' un color o de més de simultàniament, que serveix per donar o prohibir el pas a vehicles i vianants.	

**Taula 22: Glossari**

Nom	Definició	Comentaris
Interval semafòric  <i>Signal interval /Signal stage</i>	Període de temps durant el qual totes les indicacions d' un grup de semàfors són constants.	
Línia de detenció  <i>Stop line</i>	Marca viària transversal consistent en una línia blanca de traç continu que cap vehicle ni la seva càrrega pot travessar mentre es mantingui la l' obligació d' aturar-se imposada per un senyal de stop, un pas de vianants, un pas a nivell, un semàfor o un senyal d' un agent de circulació.	
Lluminositat atenuada  <i>Dimming</i>	Reducció de la intensitat lluminosa proporcionada per una unitat òptica basada en LEDs que s' obté en aplicar-li una tensió compresa entre el 65% i el 75% de la tensió nominal corresponent a la lluminositat plena.	
Lluminositat plena	Intensitat lluminosa d' una unitat òptica basada en LEDs que s' obté en aplicar-li la tensió nominal de funcionament.	
Macroregulació  <i>Àrea control / Macrocontrol / Strategic control</i>	Mètode de regulació del trànsit que considera les condicions mitjanes del trànsit en períodes llargs i en una àrea àmplia per tal d' assegurar la estabilitat de les actuacions de gestió del trànsit i establir la coordinació de semàfors adequada.	
Microregulació/ Regulació tàctica  <i>Tactical control</i>	Mètode de regulació del trànsit que considera la circulació individual de vehicles, generalment en intersecció o en períodes curts, i que adapta coordinació de semàfors per respondre a una situació immediata.	
Ona verda  <i>Green wave</i>	Resultat d' un sistema progressiu de coordinació de semàfors que permet a un vehicle recórrer tot un trajecte regulat semafòricament sense tenir que aturar-se.	
Pla semafòric  <i>Traffic signals program</i>	Conjunt de la durada del cicle, l' ordre de desenvolupament de les fases i els desfasaments necessaris en intersecció, un itinerari o una xarxa de funcionament de semàfors.	

**Taula 22: Glossari**

Nom	Definició	Comentaris
Regulació semafòrica  <i>Traffic signal control</i>	Regulació del trànsit mitjançant l'ús de semàfors	
Regulador semafòric  <i>Traffic signal controller</i>	Dispositiu que governa els canvis de llums d'un conjunt de semàfors controlant el pas dels diversos fluxos de circulació de vehicles o de vianants.	
Semàfor  <i>Traffic light/Traffic signal</i>	Aparell de senyalització lluminosa per regular la circulació de vehicles i vianants, especialment en nuclis urbans	
Semàfor de presenyalització	Semàfor amb dos llums ambre intermitents que avisa els conductors de la presència d'un semàfor a la propera intersecció.	
Semàfor sonor	Semàfor per a vianants que emet senyals sonors perquè les persones invidents puguin identificar la fase en què es troba	Els senyals sonors poden ser bips de diferent freqüència segons la fase o missatges parlats que donin, a més, alguna altra informació.
Senyal no desitjat	Senyal no volguda la intensitat lluminosa del qual no compleix amb els requisits de senyal "apagat"	
Temps d'espera/Temps de parada  <i>Delayed time/Stop time/Waiting time</i>	Interval de temps durant el qual una unitat de trànsit s'ha d'esperar en un semàfor vermell o davant d'un obstacle abans de poder continuar la marxa.	
Temps mort  <i>Lost time</i>	Temps durant el qual tots els semàfors d'una intersecció tenen encesa només la llum vermella.	
Tot vermell  <i>All-xarxa period</i>	Situació en què tots els semàfors d'una intersecció tenen encesa només la llum vermella.	

**Taula 22: Glossari**

Nom	Definició	Comentaris
Transició	Seqüència de fases secundàries entre dues fases principals	
Unitat òptica <i>Signal face</i>	Acoblat de components (joc de lents, bombetes, etc..) dissenyat per produir una llum, amb una mida nominal, un color, una intensitat òptica i una forma específics.	



## B. 2 - Acrònims

<i>Taula 23: Acrònims</i>	
GMT	Greenwich Mean Time
GPS	Global Positioning System
SAI	Sistema d' alimentació ininterrompuda
USB	Universal Serial Bus
LED	Light Emitting Diode
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
OCIT	Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems
ODG	OCIT Developer Group
ASTRIN	Association of Traffic Industries in the Netherlands

## **ANNEX C NORMATIVES DE REFERÈNCIA**

- [1] **UNE-HD 638 S1: 2001**  
*Sistemes de senyalització del trànsit viari*
- [2] **UNE 135401-1 EX**  
*Equipament per a la senyalització viària – Reguladors de trànsit*  
*Part 1: Característiques funcionals*
- [3] **UNE 135401-2 EX**  
*Equipament per a la senyalització viària – Reguladors de trànsit*  
*Part 2: Mètodes de prova*
- [4] **UNE 135401-3**  
*Equipament per a la senyalització viària – Reguladors de trànsit*  
*Part 3: Característiques elèctriques*
- [5] **UNE 135401-5 IN**  
*Equipament per a la senyalització viària – Reguladors de trànsit*  
*Part 4: Protocol de comunicacions, tipus V*
- [6] **UNE 135401-6**  
*Equipament per a la senyalització viària – Reguladors de trànsit*  
*Compatibilitat electromagnètica*
- [7] **UNE-EN 12675: 2001**  
*Semàfors. Requisits funcionals de seguretat*
- [8] **UNE-EN 50293: 2001**

***Compatibilitat electromagnètica***

***Sistemes de senyalització del trànsit per carretera***

***Norma de producte***

**[9] UNE-EN 60068-2-64**

***Assaigs ambientals***

***Part 2: Mètodes d'assaig***

***Assaig Fh: Vibració aleatòria de banda ampla (control digital) i guia***

**[10] EL 50102:1995**

***Graus de protecció proporcionats pels envolupants de materials elèctrics contra els impactes mecànics externs (codi IK)***

**[11] EN 60068-2-75**

***Assaigs ambientals.***

***Part 2: Assaigs. Assaig Eh: Assaigs de martells***

**[12] EL 60259:1991**

***Graus de protecció proporcionats per les envolupants (codi IP)***

**[13] UNE 20324 Erratum**

***Graus de protecció proporcionats per les envolupants (codi IP)***

**[14] EL 60068-2-2:1993**

***Assaigs ambientals***

***Part 2: Assaigs***

***Assaig B: Calor sec***

**[15] EL 60068-2-1:1993**

***Assaigs ambientals***

***Part 2: Assaigs***

***Assaig B: Fred***

**[16] EN 60068-2-30:1999**

***Assaigs ambientals***

***Part 2: Assaigs***

***Assaig Db i guia: Assaig cíclic de calor humit (cicle de 12+12 hores)***

**[17] EN 60068-2-5:1999**

***Assaigs ambientals***

***Part 2: Assaigs***

***Assaig Sa: Radiació solar artificial al nivell de la superfície terrestre***

**[18] UNE 20460-5-54:1990**

***Instal·lacions elèctriques en edificis. Elecció i instal·lació dels materials elèctrics.***

***Posada a terra i conductors de protecció***

**[19] CEI 60536**

***Classificació dels equips elèctrics i electrònics respecte a la protecció contra xocs elèctrics***

**[20] CEI 60-1**

***Tècniques d'assaig d'alta tensió***

***Part 1: Definicions i prescripcions generals relatives als assaigs***

**[21] UNE-EN 61008-1:1996**

***Interruptors automàtics per actuar per corrent diferencial residual, sense dispositiu de protecció contra sobreintensitats, per a usos domèstics i anàlegs (ID)***

**[22] UNE-EN 55022**

***Equips de tecnologia de la informació***

***Característiques de les pertorbacions radioelèctriques***

***Límits i mètodes de mesura***

**[23] UNE-EN 55014**

***Compatibilitat electromagnètica***

***Requisits per a aparells electrodomèstics, eines***

***elèctriques i aparells anàlegs***

***Part 1: Emissió***

**[24] UNE-EN 61000-4-2**

***Compatibilitat electromagnètica***

***Part 4: Tècniques d'assaig i mesura***

***Secció 2: Assaigs d'immunitat a les descàrregues electrostàtiques***

***Norma bàsica de CEM***

**[25] UNE-EN 61000-4-3**

***Compatibilitat electromagnètica***

***Part 4-3: Tècniques d'assaig i mesura***

***Assaigs d'immunitat als camps electromagnètics, radiats i de radiofreqüència***

**[26] UNE-EN 61000-4-4**

***Compatibilitat electromagnètica Part 4:***

***Tècniques d'assaig i mesura***

***Secció 4: Assaigs d'immunitat als transitoris elèctrics ràpids en ràfegues***

**[27] UNE-EN 61000-4-5**

***Compatibilitat electromagnètica***

***Part 4: Tècniques d'assaig i mesura***

***Secció 5: Assaigs d'immunitat a les ones de xoc***

**[28] UNE-EN 61000-4-6**

***Compatibilitat electromagnètica***

***Part 4: Tècniques d'assaig i mesura***

***Secció 6: Immunitat a les perturbacions conduïdes, induïdes per camps de radiofreqüència***

**[29] UNE-EN 61000-4-8**

***Compatibilitat electromagnètica***

***Part 4: Tècniques d'assaig i mesura***

***Secció 8: Assaig d'immunitat als camps magnètics a la freqüència industrial***

***Norma bàsica de CEM***

**[30] UNE 21308-1:1994**

***Assaigs en alta tensió.***

***Part 1: definicions i prescripcions generals relatives als assaigs***

**[31] HD 588.1 S1:1991**

***High-voltage test techniques***

***Part 1: General definitions and test requirements***

**[32] UNE-EN 60950-1:2003**

***Equips de tecnologia de la informació. Seguretat. Part 1: Requisits generals***

**[33] UNE-EN 61000-3-2:2001**

***Compatibilitat electromagnètica (CEM).***

***Part 3-2: Límits.***

***Límits per a les emissions de corrent harmònic (equips amb corrent d'entrada  $\leq 16$  A per fase).***

**[34] UNE-EN 61000-3-3:1997**

***Compatibilitat electromagnètica (CEM).***

***Part 3: Límits.***

***Secció 3: Limitació de les variacions de tensió, fluctuacions de tensió i flicker a les xarxes públiques de subministrament de baixa tensió per a equips amb corrent d'entrada  $\leq 16$  A per fase i no subjectes a una connexió condicional.***

**[35] ORDENANÇA GENERAL DEL MEDI AMBIENT URBÀ**

***Títol III. Contaminació acústica***

## ANNEX D PROTOCOL DE COMUNICACIONS