

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 464**

21 Número de solicitud: 201900043

51 Int. Cl.:

G08G 1/096 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

25.03.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

25.09.2020

Fecha de concesión:

19.01.2021

45 Fecha de publicación de la concesión:

26.01.2021

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ (100.0%)
Plaza de San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, Guillermo;
LÓPEZ CARMONA, Miguel Ángel y
ROJAS SÁNCHEZ, Elisa**

54 Título: **Sistema y procedimiento de señalización y regulación de tráfico para rotondas**

57 Resumen:

Sistema y procedimiento de control de acceso de vehículos a rotondas basado en igualar sus velocidades, agrupar en pelotones los vehículos de cada acceso y escalonar adecuadamente los momentos de llegada de los pelotones de las dos direcciones perpendiculares de acceso a la rotonda. Utiliza una señalización visual vertical en forma de sectores luminosos circulares para indicar la asignación de prioridades de acceso. Los pelotones de vehículos se forman mediante señales luminosas de cabeza de pelotón situadas en los lados de los accesos y/o transversalmente en el suelo de los accesos. Estas señales se desplazan a velocidad constante, sincronizando la entrada a la rotonda de los pelotones de vehículos de cada dos accesos de direcciones opuestas. Las señales de direcciones perpendiculares tienen un desfase espacial y temporal ajustado para que coincida la llegada de los vehículos del par de accesos a la rotonda con el comienzo de su prioridad de acceso.

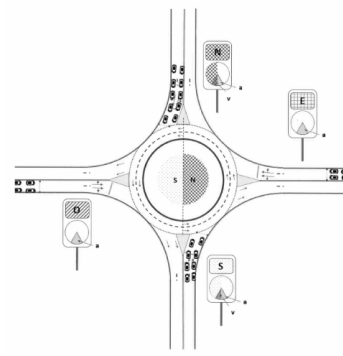


FIG. 5

ES 2 784 464 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento de señalización y regulación de tráfico para rotondas

5 Sector de la técnica

La presente invención se encuadra dentro del sector de control de tráfico de vehículos y más específicamente se refiere a un sistema y procedimiento de regulación del acceso y circulación de vehículos en rotondas mediante señalización óptica en los accesos y en la rotonda, sensores para monitorizar el tráfico y unidad de procesado para el control.

Estado de la técnica

Una rotonda o glorieta es una intersección circular en la que el tráfico circula en una sola dirección alrededor de una isla central. Las rotondas presentan muchas ventajas frente a las intersecciones o cruces, entre ellas presentar menor número de puntos de conflicto entre vehículos al restringirse los giros permitidos a los vehículos. En las modernas rotondas los vehículos que circulan por la rotonda tienen prioridad frente a los vehículos que acceden a la misma, por lo que los vehículos que acceden deben ceder el paso y detenerse si es preciso en caso de conflicto con los vehículos que circulan por la rotonda.

Aunque las rotondas aumentan la seguridad y reducen los tiempos de tránsito si se comparan con las intersecciones (cruces) convencionales, presentan aún limitaciones tales como: baja capacidad efectiva porque los conductores requieren un intervalo ("gap") significativo (y muy variable) de tiempo entre vehículos para decidir incorporarse a la rotonda y alcanzar la velocidad suficiente, posibilidad de captura de la rotonda durante largos períodos de tiempo por el tráfico predominante de un acceso, todo ello consecuencia de la necesidad frecuente de detener completamente los vehículos en los accesos a la rotonda, que tienen luego que competir para entrar con los vehículos que circulan por ella con una velocidad de entre 35 y 60 km/hora, requiriendo por ello mucho más espacio entre vehículos (gap) y aumentando la inseguridad.

Son conocidos diversos diseños de rotondas que mejoran la capacidad o seguridad de las rotondas [<https://en.wikipedia.org/wiki/Roundabout>]. Entre ellos, es conocido el diseño físico de las *turboroton*das ["Turborotonde en turboplein: ontwerp, capaciteit en veiligheid" (Turbo Roundabout and Turbo Circle; Design, Capacity and Safety) (in Dutch). Delft University of Technology. 8 January 2013], que buscan reducir el número de puntos de conflicto de las rotondas.

Es conocido también el diseño de [Novotny, WO2014/094693 A1, Circular intersection with lighted warning device] en el que se propone una rotonda con un anillo luminoso central con dos modos de funcionamiento: o bien se enciende en secuencia, de forma que las luces se mueven en el sentido de giro de los vehículos en la rotonda o bien se ilumina con destellos para indicar precaución.

Para vehículos autónomos, son conocidas también las propuestas y estudios de Reza Azimi para controlar el flujo de vehículos autónomos en intersecciones y rotondas [US 2013/0304279 A1] [R.Azimi, G. Bhatia, R. Rajkumar, P. Mudalige "STIP: Spatio-Temporal Intersection Protocols for Autonomous Vehicles" ACM/IEEE 5th International Conference on Cyber-Physical Systems (ICCPS), 2014] [R.Azimi, G. Bhatia, R. Rajkumar, P. Mudalige "V2V Intersection Management at Roundabouts" Society for Automotive Engineers (SAE) World Congress, Apr 2013, Detroit, MI, USA].

Existen diversas tecnologías y estándares que tratan de optimizar, hacer más seguro y mejorar el tráfico en rotondas, intersecciones y otros entornos mediante comunicaciones eléctricas entre cada vehículo y el entorno, englobadas en el concepto V2X (vehicle to everything) [https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle-to-everything] que incluye tanto la comunicación entre 5 vehículos, vehículos e infraestructura viaria o vehículos y peatones. Tecnologías móviles como 3GPP contemplan las comunicaciones eléctricas para estas aplicaciones[3GPP1] 3GPP TS 23.285 v15.0.0. Architecture enhancements for V2X Services. Release 14 (March 2018). [3GPP2] 3GPP TR 22.186 V15.2.0, Technical specification group services and system aspects. Enhancement of 3GPP support for V2X escenarios. Release 15 (September 2017). [ETSI1] ETSI 10 EN 102 637-2 v1.3.1, ITS; Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 2: Specification of Cooperative Awareness Basic Service (2014).

Estas tecnologías de coordinación de vehículos autónomos (de conducción automática), no son 15 aplicables cuando circulan vehículos convencionales con conductor, por lo que es necesario mejorar el rendimiento y la seguridad de las rotondas mediante procedimientos que sean aplicables para vehículos tanto con conductor como autónomos. Por ello, la presente invención utiliza principalmente la señalización óptica, comprensible por todo tipo de vehículos y sistemas de conducción, para la coordinación de los vehículos en los accesos y circulación por la 20 rotonda, sin perjuicio de que esta información transmitida ópticamente pueda también ser transmitida vía radio a dispositivos alojados en los vehículos.

Descripción de la invención

La circulación en las rotondas actuales presenta varios problemas importantes que limitan la 25 fluidez y la seguridad del tráfico. Dos parámetros determinan, aparte de la geometría de la rotonda, la capacidad de cada rotonda: el intervalo crítico y el intervalo entre vehículos sucesivos. Muchos sistemas de cálculo de capacidad de rotondas [HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM) (2010). Transportation Research Board of the National Academies. Washington, D.C.], [EEUU.TANNER, J.(1967): The capacity of an uncontrolled intersection. 30 Biometrica, 54 (3 and 4), pp. 657 - 658] se basan en la teoría de aceptación del hueco o intervalo crítico: un usuario situado en una entrada accederá a la calzada anular si considera que existe un hueco suficiente. Debe decidir entre aprovechar un hueco corto y peligroso para entrar, minimizando la demora y aumentando el riesgo, o esperar, reduciendo el riesgo y aumentando la demora. La teoría de aceptación del hueco utiliza dos conceptos básicos: el 35 tamaño de los huecos en la calzada anular y su distribución, y la utilidad de los huecos para los conductores. El grado de utilidad de los huecos para los conductores se puede evaluar mediante las dos variables mencionadas: el intervalo crítico y el intervalo entre vehículos sucesivos.

40 El intervalo crítico es una variable aleatoria medida en unidades de tiempo y que representa el intervalo mínimo (o hueco entre vehículos) que debe existir entre dos vehículos que circulan por la calzada anular para que un vehículo que espera decida incorporarse.

45 El intervalo entre vehículos sucesivos se define como el tiempo que transcurre entre la incorporación de un vehículo desde un acceso y la incorporación del siguiente, aprovechando un mismo hueco, y de manera que ambos vehículos se encuentren inicialmente en cola esperando dicho hueco.

50 Estos dos intervalos limitan la capacidad de las rotondas. El intervalo crítico (critical gap, si se expresa en tiempo), es grande, muy variable y difícil de estimar, observándose valores de entre 3 y 6 segundos, que producen un gran espaciamiento entre los vehículos de la rotonda. Este espaciamiento no es aprovechado eficientemente por los vehículos que se incorporan porque,

5 si se incorporan dos vehículos seguidos, lo harán separados al menos por el intervalo entre vehículos, reduciéndose la utilización del hueco y las probabilidades de que el hueco sea aceptado por el conductor del segundo vehículo para incorporarse. El valor del intervalo crítico es grande en buena medida porque los vehículos que acceden a la rotonda están en muchas ocasiones detenidos en la entrada y tienen que alcanzar en el poco tiempo disponible la velocidad media de la rotonda (entre 30 y 60 km/hora aproximadamente) para no crear situaciones de peligro.

10 El intervalo entre vehículos sucesivos tiene un valor observado de entre 2 y 3 segundos, también producido por el retraso desde que el conductor ve arrancar al vehículo precedente hasta que arranca efectivamente y adquiere la misma velocidad del vehículo precedente.

15 Como consecuencia del intervalo crítico, el tráfico dominante de un acceso, al llegar de forma continuada con poco espaciamiento entre vehículos, puede monopolizar el uso de la rotonda durante períodos largos de tiempo, creando congestión en los demás accesos.

20 La invención puede explicarse sumariamente como un sistema para señalización y control de rotondas síncronas, basado en pelotones de vehículos desfasados ortogonalmente. La presente invención describe un sistema y procedimiento de control para el acceso de vehículos a rotondas que aumenta la seguridad y el rendimiento de las rotondas formando pelotones compactos de vehículos que acceden a la rotonda con velocidad uniforme y de forma simultánea a los accesos de ambos sentidos de una dirección (p.e. Norte y Sur) pero llegando desfasados respecto a ellos los vehículos de los accesos ortogonales a dicha dirección (p.e. Este y Oeste, ortogonales a Norte y Sur) por una distancia de aproximadamente la longitud media (o inferior) que la circunferencia de la rotonda en su eje central. La velocidad de entrada se uniformiza a un valor aproximadamente igual a la del tráfico que circula en la rotonda y se escalonan adecuadamente los pelotones en el espacio y en el tiempo mediante las señales móviles de cabecera de pelotón y las señales de prioridad de acceso de sectores giratorios que permiten anticipar de forma analógica a los conductores de cada acceso su próximo intervalo de prioridad. Son posibles de esta forma incorporaciones de un pelotón completo (por ejemplo 8 vehículos en dos filas de cuatro) a la rotonda en la duración de una sola fase de la señalización, por dos accesos opuestos simultáneamente. La velocidad uniforme y la sincronización de la llegada de vehículos con la prioridad evitan muchas detenciones a la entrada de la rotonda. La incorporación de los vehículos a la rotonda se realiza con menor distancia entre ellos y de forma mucho más segura al ser muy pequeñas las aceleraciones y deceleraciones de los vehículos que participan, produciéndose el trenzado de los pelotones de vehículos con velocidades relativas muy pequeñas, lo que aumenta la seguridad.

40 Es importante destacar que, no solamente se regulan y minimizan los conflictos entre vehículos para entrar en la rotonda mediante la señalización, sino que se evitan los conflictos para salir de la rotonda, al circular por el mismo sector de la rotonda solamente vehículos del mismo acceso, de forma similar a lo que sucede en una puerta giratoria de personas.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 muestra una rotonda equipada con los dispositivos de señalización.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques con los componentes del sistema de señalización y control de tráfico.

50

La figura 3 muestra la rotonda con las líneas de parada y las señales verticales de cada sector tal y como las ven los vehículos que acceden, con su identificador de acceso (N; S; E; O) y color y trama, así como el sector inferior fijo del acceso.

- 5 Las figuras 4 a 28 muestran, para el modo de realización, la secuencia cíclica de señalización y acceso de los vehículos de los accesos Norte y Sur, seguidos de los de Este y Oeste.

La figura 29 muestra un resumen de la evolución de la señalización de la rotonda para el modo de realización.

10

La figura 30 muestra la señal vial de comienzo de la zona de circulación en pelotones.

La figura 31 muestra la señal vial de final de la zona de circulación en pelotones.

15 **Modo de realización 1**

Se describe un modo de realización de la invención en el que cada sector, con un color y trama propios, está asociado a un acceso y, cuando pasa por delante del acceso asociado, les indica la prioridad de acceso a la rotonda. Además de tener un color y trama propios, estos sectores y accesos son identificados, por claridad, como accesos y sectores Norte, Sur, Este y Oeste.

20

La figura 1 muestra una rotonda equipada con dispositivos señalizadores luminosos verticales (12, 13, 16, 17 y 18) situados en los accesos de la rotonda y en la isla central (10).

25 Alrededor de la isla central (10) existe un anillo luminoso (11) formado por un conjunto de luces de color programable y que muestra varios sectores circulares de color horizontales, los cuales giran a una velocidad similar a la velocidad promedio de los vehículos en la rotonda. Los paneles verticales sirven para mostrar a los vehículos de cada acceso la posición de los sectores del anillo luminoso central. Los paneles contienen un círculo (14) en el que se muestran los mismos sectores circulares coloreados (15) replicando la posición de los sectores del anillo, pero desde el punto de vista de los vehículos que llegan a la rotonda por cada acceso, como resultaría si se colocara verticalmente el anillo (11) perpendicular a cada uno de los accesos.

30

35 La figura 2 muestra el sistema completo de control de tráfico, que comprende una unidad de procesamiento (21) que se comunica con el control de videocámaras (22), los paneles luminosos verticales (23) y los sensores de vehículos (24). Las señales luminosas (25) de comienzo de pelotón situadas en los accesos son también controladas por la unidad de procesamiento e indican en cada momento el límite delantero del pelotón de vehículos.

40

La unidad de procesamiento obtiene las características del tráfico: intensidad, velocidad media, grado de agrupamiento, de los datos de los sensores y videocámaras y en función de ello modifica o no la velocidad de movimiento de cada señal luminosa de aproximación, la duración absoluta y relativa de los sectores y la velocidad de giro de los sectores en los paneles y en el anillo luminoso central. La amplitud máxima de los sectores es, por defecto, de 180 grados, y la unidad de procesamiento extiende o disminuye su duración en función del tráfico detectado por los sensores y videocámaras.

45

50 Cuando los sensores y/o las cámaras detectan el comienzo de la formación de una cola en algún acceso, se aumenta el tamaño del sector del acceso correspondiente para facilitar la eliminación de la cola, dando prioridad a prevenir las detenciones de los pelotones en los accesos de más tráfico.

Los vehículos que tengan que girar 90 grados a la derecha deben acceder a la rotonda por el carril derecho. Los vehículos que sigan recto (segunda salida, 180 grados) pueden utilizar el carril derecho o el izquierdo del acceso. Los vehículos que vayan a girar 270 grados (giro a la izquierda), deben tomar obligatoriamente el carril izquierdo del acceso. En este modo de realización no se contempla el giro de 360 grados (cambio de sentido) en la rotonda, pero es factible, aumentando las distancias entre pelotones de vehículos. En este modo de realización, si algún vehículo permanece en la rotonda pasados sus 270 grados de giro, pierde su prioridad y debe ceder el paso a los que acceden a la rotonda. Igualmente sucedería a los 360 grados si se permitiera el giro de 360 grados.

Esta restricción, de la pista de entrada a usar por los vehículos según su salida, unida a la zonificación de las prioridades en la rotonda, que hace que los vehículos circulen compartimentados según su acceso de entrada, evita los conflictos entre vehículos para salir de la rotonda, tan frecuentes en las rotondas estándar cuando, al pasar frente a un acceso, el vehículo de la pista exterior de la rotonda desea continuar en la rotonda y el de la pista interior desea salir por el acceso próximo, cruzándose las trayectorias de ambos vehículos y forzando la deceleración de uno de ellos.

Los paneles luminosos de cada acceso muestran la información del círculo luminoso central de la forma que es más relevante para los conductores de vehículos: el color y trama asociados a ese acceso, la posición de giro del sector que asigna prioridad al acceso, con el tamaño total que alcanza cuando se despliega completamente ese sector y un sector circular fijo de unos 60 grados (33) (el sector inferior del círculo vertical), el cual visualiza la situación de la prioridad de ese acceso mediante los colores convencionales de verde o amarillo destellante o rojo. Cuando el sector luminoso de ese acceso entra en ese sector, la superficie común (intersección) a ambos se muestra en verde (v).

La figura 4 muestra las señales móviles de cabecera de pelotón (32) luminosas, situadas en los lados del acceso y/o en el suelo y que se iluminan secuencialmente, desplazándose

la luz en el sentido de la marcha a la velocidad recomendada de acceso a la rotonda y que indican la posición de la línea de cabecera de pelotón de vehículos a no traspasar. Para formar los pelotones de vehículos del tamaño adecuado (p.e. de dos filas de cuatro vehículos), las líneas dinámicas de cabecera de pelotón están inicialmente (en el comienzo de la zona de circulación en pelotón delimitado por la señal de la figura 30) separadas una distancia aproximada de 40 metros y, a medida que se aproximan a la rotonda, las líneas de pelotón más cercanas a la rotonda aumentan su velocidad, a fin de aumentar la distancia entre pelotones hasta alcanzar la necesaria para el funcionamiento correcto de la rotonda sin necesidad de detenciones, todo ello controlado por la unidad central de proceso. Esta distancia entre cabeceras de pelotón es, para el caso de pelotones de cuatro vehículos, una distancia equivalente a la longitud de la circunferencia central de la rotonda (línea de separación de los dos carriles) más 35 metros aproximadamente. El número máximo de vehículos consecutivos por cada fila del pelotón depende de las dimensiones de la rotonda y se informa a los conductores en la señal de la figura 30.

En la figura 4 se muestra esquemáticamente el instante inicial de la señalización en que el anillo y los paneles luminosos indican el inmediato comienzo de la prioridad de acceso para los accesos Norte y Sur, dado que sus sectores semicirculares respectivos N y S empiezan a cruzar el sector de su acceso (33). Los vehículos de los accesos Norte y Sur pueden ya, por ello, empezar a sobrepasar su línea de parada (31). Las líneas de parada están situadas a cierta distancia de la rotonda, de forma que, en caso de detención forzosa por no tener prioridad, los vehículos puedan alcanzar la velocidad de la rotonda al llegar a ella. En la figura 5

se visualiza el sector inferior con su parte izquierda verde (v), informando a los vehículos de los accesos Norte y Sur de que tienen prioridad de acceso. Este sector inferior continúa mostrándose en verde hasta la figura 11, en la que está próximo a desaparecer, al completarse el paso de los sectores semicirculares de prioridad Norte y Sur por sus respectivos accesos. Los vehículos de accesos Norte y Sur llegan al borde de la rotonda y en las figuras 5 a 13 se muestra cómo circulan libremente por ella durante la duración de su sector, habiendo finalizado su prioridad de acceso en la figura 11, dejando por ello de acceder a la rotonda.

En la figura 12 se muestra el momento de inicio de la prioridad para los accesos con la aparición de los sectores Este y Oeste al llegar los sectores Este y Oeste a los sectores inferiores de los accesos Este y Oeste respectivamente en los paneles luminosos verticales. En las figuras 14 a 20 puede verse cómo el sector inferior en los paneles Este y Oeste se ilumina en verde empezando por su parte izquierda (figura 14), coincidiendo con el paso del sector Este por el sector inferior y terminando por su parte derecha (figura 20).

En el círculo central, el radio más adelantado en el sentido de giro del sector Sur y Norte queda fijado respectivamente en la dirección Oeste y Este respectivamente, cesando su giro. Sin embargo, el radio más retrasado del sector Norte y del Sur continúa girando, comenzando así (figura 14) a decrecer la amplitud de dichos sectores. Los sectores Este y Oeste aparecen y van creciendo gradualmente con el giro general del tráfico y en la misma medida en que se contraen los sectores Norte y Sur. Los vehículos de accesos Este y Oeste empiezan a acceder a la rotonda al tener la prioridad.

En la figura 15 puede verse cómo los últimos vehículos procedentes de Norte y Sur han salido ya por el Oeste y el Este respectivamente (el máximo giro permitido es de 270° , los cambios de sentido están prohibidos en la glorieta en esta realización). Los sectores luminosos Este y Oeste aumentan gradualmente hasta alcanzar su máxima amplitud (180° en este modo de realización) en la figura 19. La figura 20 muestra el fin de la prioridad de los accesos Este y Oeste y la figura 21 muestra el momento en que los vehículos de Norte y Sur comienzan a tener la prioridad de paso. Volverán a aparecer de nuevo en verde los accesos de los sectores Norte y Sur, empezando así un nuevo ciclo, como se muestra en la figura 22 (instante exacto de comienzo) y la figura 23, en la que ya se aprecia parte del sector en verde. Los sectores Este y Oeste decrecen hasta desaparecer en la figura 28 y los Norte y Sur crecen hasta alcanzar 180 grados. El ciclo se repite indefinidamente.

En la figura 29 se muestra de forma esquemática y global la secuencia anteriormente descrita de aparición, crecimiento hasta 180° , giro y desaparición, de los sectores luminosos que asignan prioridad a los accesos respectivos.

Si un vehículo permanece en la rotonda después de girar 270° (el máximo giro permitido en esta realización) (por error de orientación del conductor o cualquier otra causa), pierde inmediatamente su prioridad, y se le indica su ausencia de prioridad mediante un semáforo con luz destellante ámbar o luz roja, situado en los bordes exterior e interior de la rotonda en su confluencia con el siguiente acceso.

La invención es un sistema de señales que se despliegan en la rotonda y a lo largo de los accesos con una distancia suficiente en cada acceso para que lleguen los pelotones de vehículos formados y adecuadamente distanciados entre sí, aproximadamente equivalente al círculo de la rotonda más la longitud de un pelotón de vehículos (por ejemplo, diez vehículos en dos filas de cinco). Esta zona se identifica como zona de circulación en pelotón con una señal de tráfico específica que informa de ese modo de circulación (zona de circulación en pelotón a velocidad constante), que puede incluir en la misma o separadamente información de limitación

de velocidades mínima (por ejemplo 30 o 40 km/hora) y máxima (por ejemplo 50 o 60 Km/hora). Las figuras 30 y 31 muestran respectivamente las señales verticales de tráfico que indican comienzo y final de zona de circulación en pelotones para este modo de realización.

5 La descripción anterior muestra un mero ejemplo de realización de la invención. Un experto en la materia puede deducir rápidamente de la descripción, dibujos y reivindicaciones, que son posibles diversos cambios, modificaciones y variaciones sin por ello apartarse del espíritu y ámbito de la invención, tal y como se define en las reivindicaciones.

10 **Modo de realización 2**

En este modo de realización simplificado, el funcionamiento es igual que en el modo de realización 1, pero las señales verticales de la figura 4 (33) son sustituidas por semáforos convencionales. El anillo central informa de forma similar a los vehículos que están dentro de la
15 rotonda de la prioridad para cada sector de la rotonda. Estos semáforos se ubican en las líneas de parada (31). Estos semáforos tienen, en el funcionamiento normal, fases de amarillo destellante para indicar no prioridad y de verde fijo para indicar prioridad, según la situación de la prioridad del acceso, en correspondencia con el color mostrado por el sector inferior del sector en el modo de realización 1. Cuando la prioridad de un acceso se aproxima a su fin, el
20 semáforo verde puede pasar brevemente a destellante verde para indicarlo, o visualizar el temporizador del tiempo restante, de forma similar a la utilizada en algunos semáforos.

El desarrollo de esta invención se ha realizado gracias a la financiación recibida a través del Proyecto TIGRE5, Comunidad de Madrid, fondos FEDER.

25

REIVINDICACIONES

1. Sistema para el control del acceso y la circulación de vehículos en rotondas que comprende alguno de los siguientes elementos señalizadores:
- 5 a) Un anillo cilíndrico luminoso de eje vertical situado en la isla central de la rotonda, con luces de color programables agrupadas en sectores de color y visibles por los vehículos que circulan por la rotonda.
- b) Paneles luminosos verticales en los accesos a la rotonda, con luces programables que muestran sectores circulares de diversos colores y/o tramas diferenciados.
- 10 **caracterizado por**
- a) Los sectores del anillo luminoso horizontal o de los paneles verticales indican, con su color, y opcionalmente la trama gráfica del sector de color, que los vehículos del acceso a la rotonda asociado a ese color y trama tienen las prioridades de acceso
- 15 al sector y de circulación por el sector de la rotonda colindante en ese momento con el sector luminoso.
- b) Los sectores de color del anillo horizontal o de los paneles verticales giran alrededor del centro de su círculo en el sentido de la marcha.
- 20 2. Sistema, según la reivindicación 1, en el que los sectores de color tienen un ángulo de amplitud variable en el tiempo, repartiéndose el total del círculo.
3. Sistema, según las reivindicaciones anteriores, con paneles luminosos verticales, situados en cada acceso a la rotonda, o en la isla central frente a cada acceso, visualizando, cada
- 25 panel luminoso vertical de un acceso, los sectores giratorios, con la posición y orientación respecto al suelo que se percibiría colocando verticalmente el anillo luminoso central en un plano perpendicular a dicho acceso.
4. Sistema, según las reivindicaciones anteriores, en el que cada panel luminoso vertical de un acceso muestra la posición relativa del sector giratorio que le asigna la prioridad a dicho
- 30 acceso respecto al sector de ese acceso.
5. Sistema, según las reivindicaciones anteriores, en el que se visualiza en color verde, cuando el sector giratorio que le asigna la prioridad a un acceso alcanza el sector circular inferior fijo que corresponde a dicho acceso, el área que es común al sector inferior del
- 35 acceso, fijo en la señalización, y al sector giratorio que le asigna la prioridad.
6. Sistema, según la reivindicación 1, en el que los sectores luminosos giran en el sentido del tráfico a una velocidad angular programable y cercana a la velocidad media de giro del
- 40 tráfico de vehículos en la rotonda, delimitando cada sector la zona de la rotonda en la que los vehículos de un determinado acceso tienen prioridad para circular.
7. Sistema, según la reivindicación 1, en el que los sectores luminosos en un color ámbar fijo o destellante indican que está permitido el acceso sin prioridad cuando el sector de color
- 45 pasa delante del acceso.
8. Sistema, según la reivindicación 1, dotado de dispositivos luminosos de señalización en los lados del acceso que se iluminan secuencialmente desplazándose la luz en el sentido de la
- 50 marcha y que indican la posición de la línea de cabecera de pelotón de vehículos a no traspasar.

9. Sistema, según la reivindicación 1, dotado de dispositivos luminosos de señalización en el suelo del acceso que se desplazan en el sentido de la marcha y que indican la línea de cabecera de pelotón de vehículos a no traspasar.
- 5 10. Procedimiento para el control del flujo de vehículos a través de una rotonda que comprende:
- 10 a) Agrupar los vehículos de cada acceso en pelotones mediante una señal luminosa de cabecera de pelotón, la cual se desplaza hacia la rotonda a una velocidad cercana a la velocidad lineal media de giro de la rotonda en su radio medio.
- 10 b) Sincronizar dichas señales luminosas de los dos accesos de una misma dirección y sentidos opuestos de forma que lleguen a la vez a la rotonda.
- 15 c) Desfasar las señales luminosas de los accesos de las dos direcciones perpendiculares un tiempo aproximado al de un giro completo de los sectores de la rotonda.
- 15 11. Procedimiento, según la reivindicación 10, en el que se muestran las prioridades de acceso a los vehículos que llegan a la rotonda mediante una señal luminosa en forma de anillo horizontal con sectores circulares giratorios de colores que indican que los vehículos provenientes del acceso asociado a un color tienen prioridad para acceder y circular por el sector de la rotonda en el que se encuentra dicho sector luminoso en ese momento.
- 20 12. Procedimiento, según las reivindicaciones 10 y 11, en el que se muestra a los vehículos que llegan a la rotonda una señal vertical luminosa circular formada por sectores circulares de color giratorios, con la posición y orientación respecto al suelo que se percibiría colocando verticalmente el anillo luminoso horizontal central en un plano perpendicular a dicho acceso, correspondiendo el paso del sector por su acceso asociado en el anillo horizontal con el paso del sector por la posición más baja del círculo cuando se muestra en la señal vertical.
- 25 13. Procedimiento, según las reivindicaciones 10,11 y 12, en el que la visualización de sectores muestra en cada acceso la posición de giro en cada momento del sector giratorio que le asigna la prioridad a dicho acceso, respecto al sector fijo horizontal del acceso.
- 30 14. Procedimiento, según las reivindicaciones 10 a 12, en el que se visualiza en color verde, cuando el sector giratorio que le asigna la prioridad a un acceso alcanza el sector circular inferior que corresponde al acceso, el área común o intersección de ese sector y el sector que le asigna la prioridad al acceso.
- 35
- 40

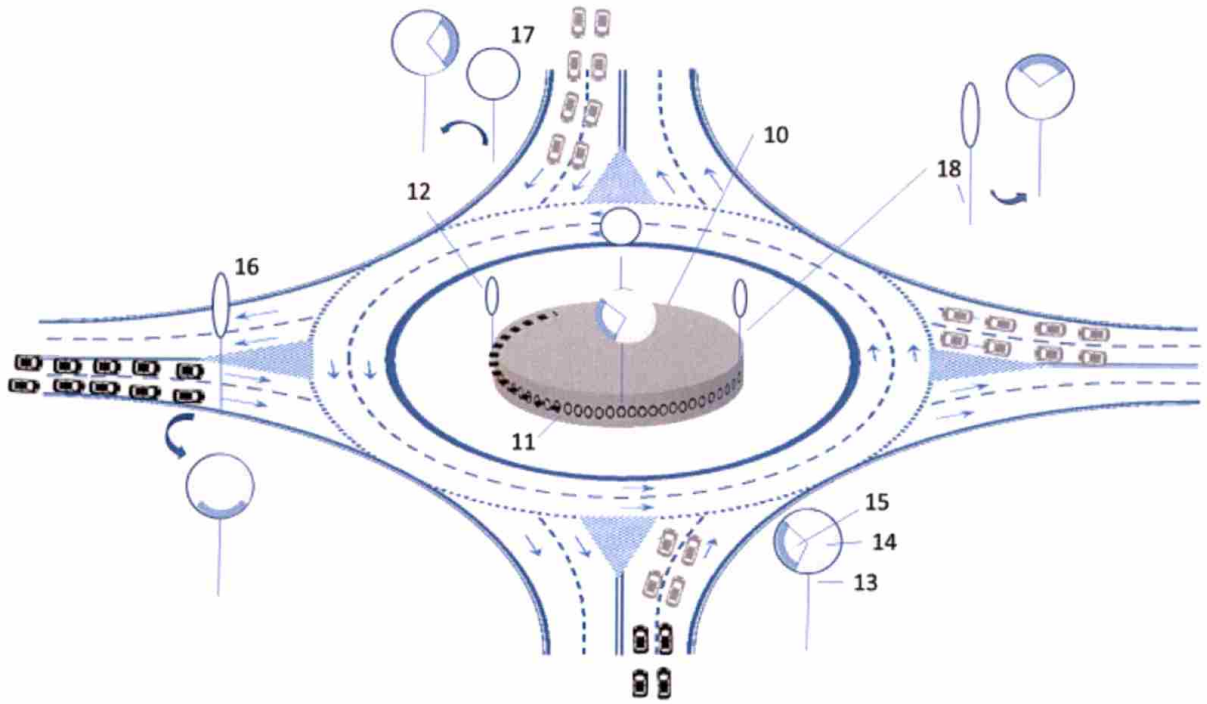


FIG. 1

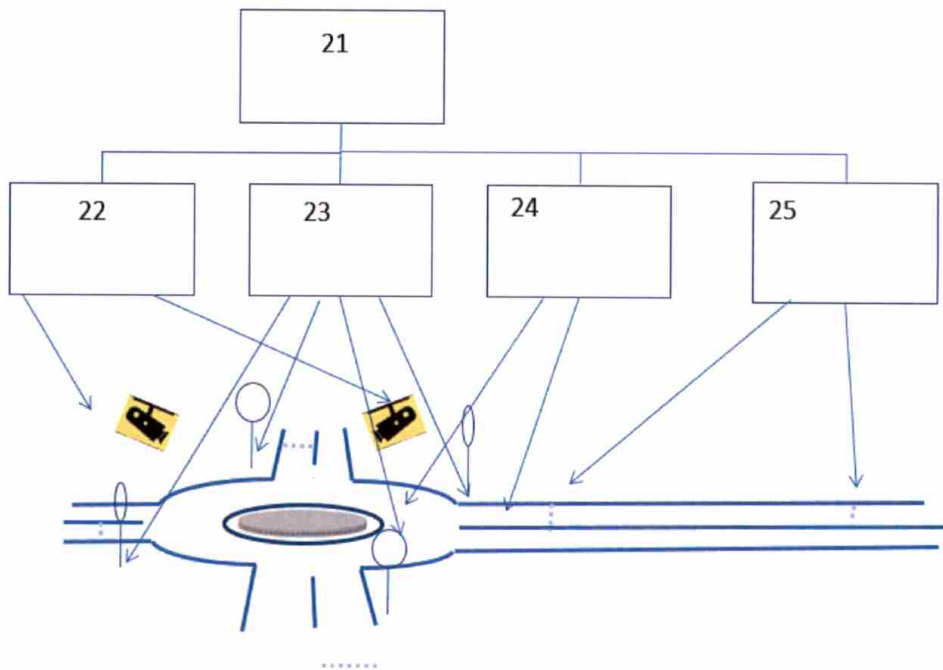


FIG. 2

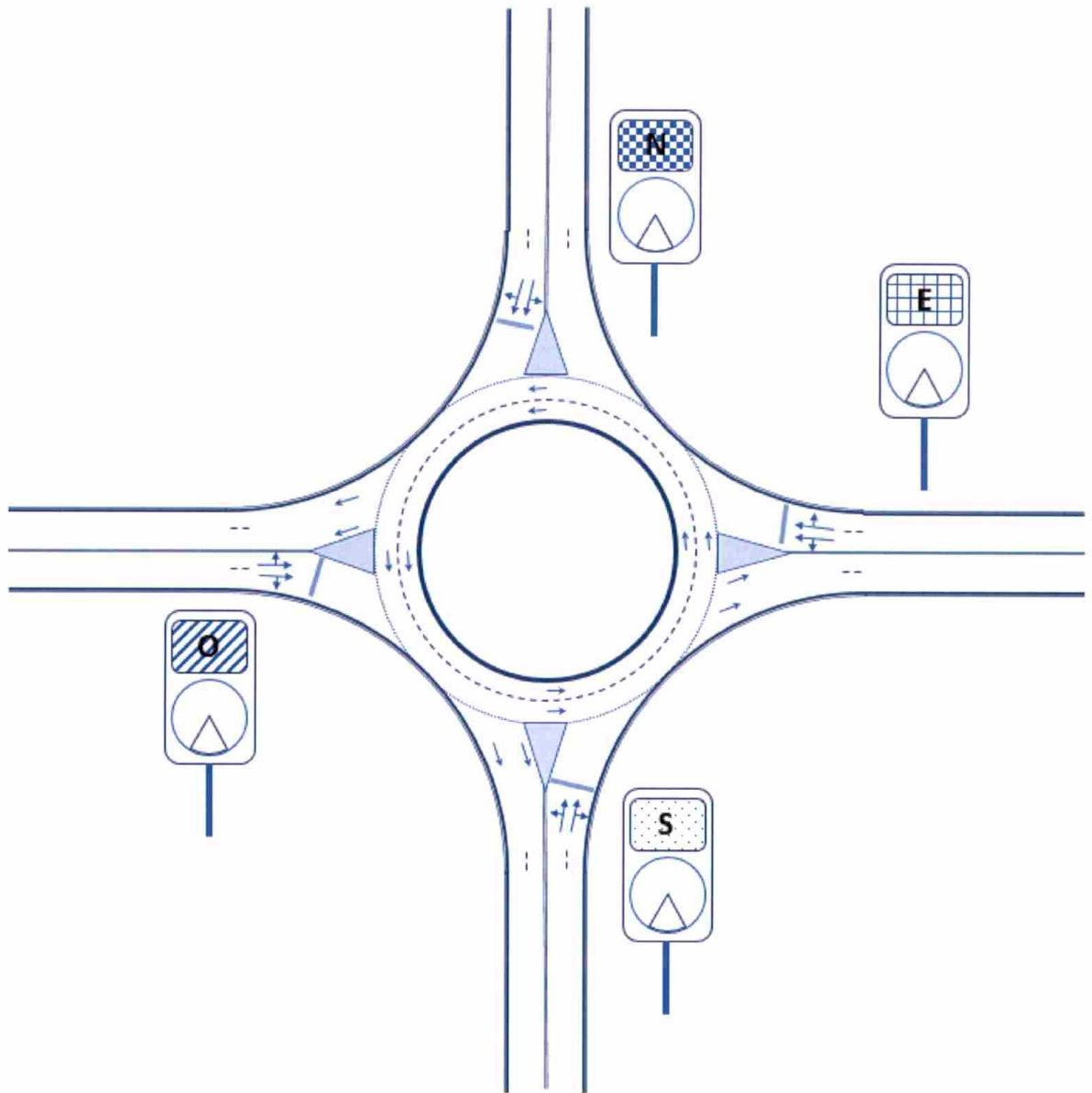


FIG. 3

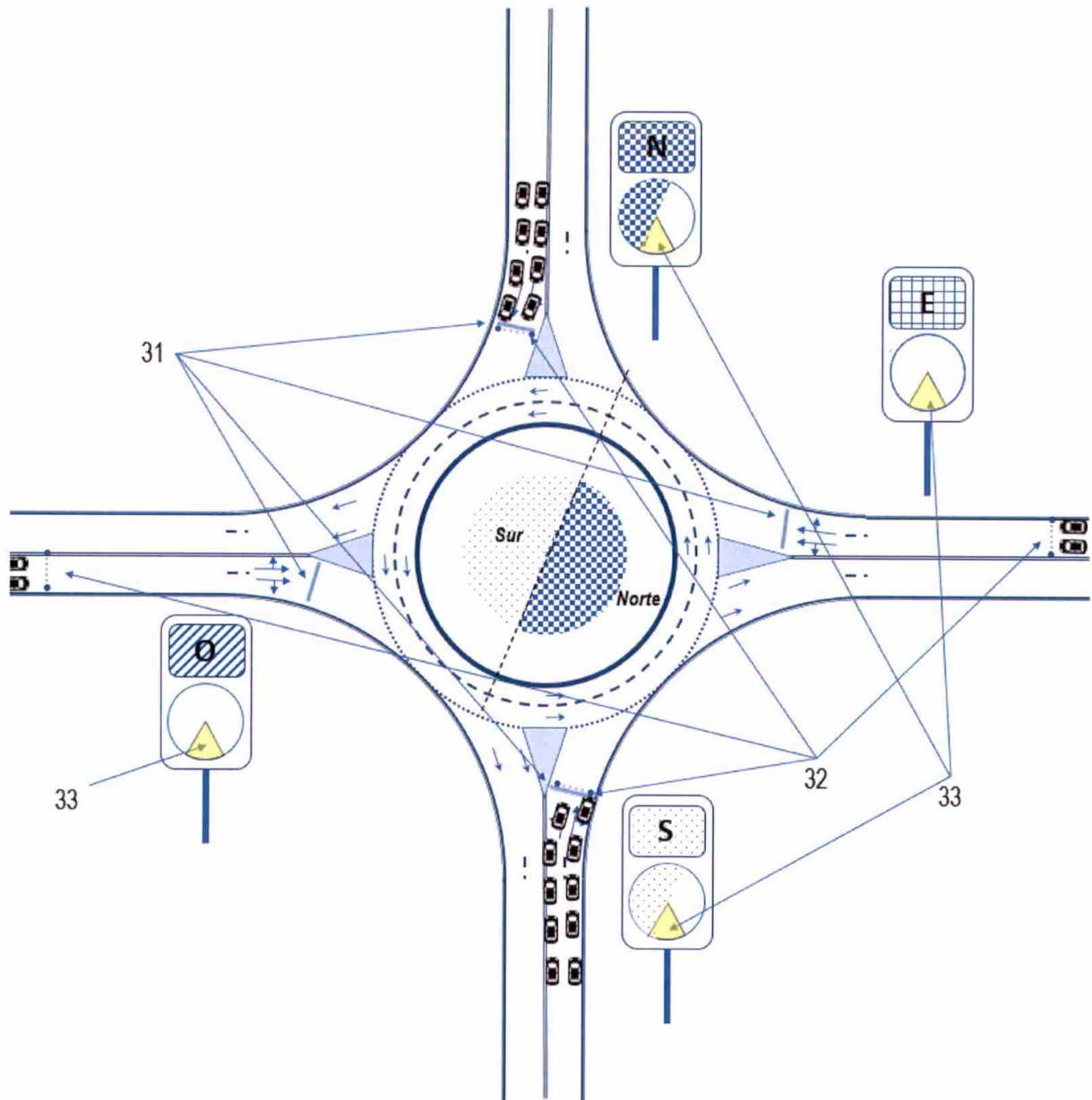


FIG. 4

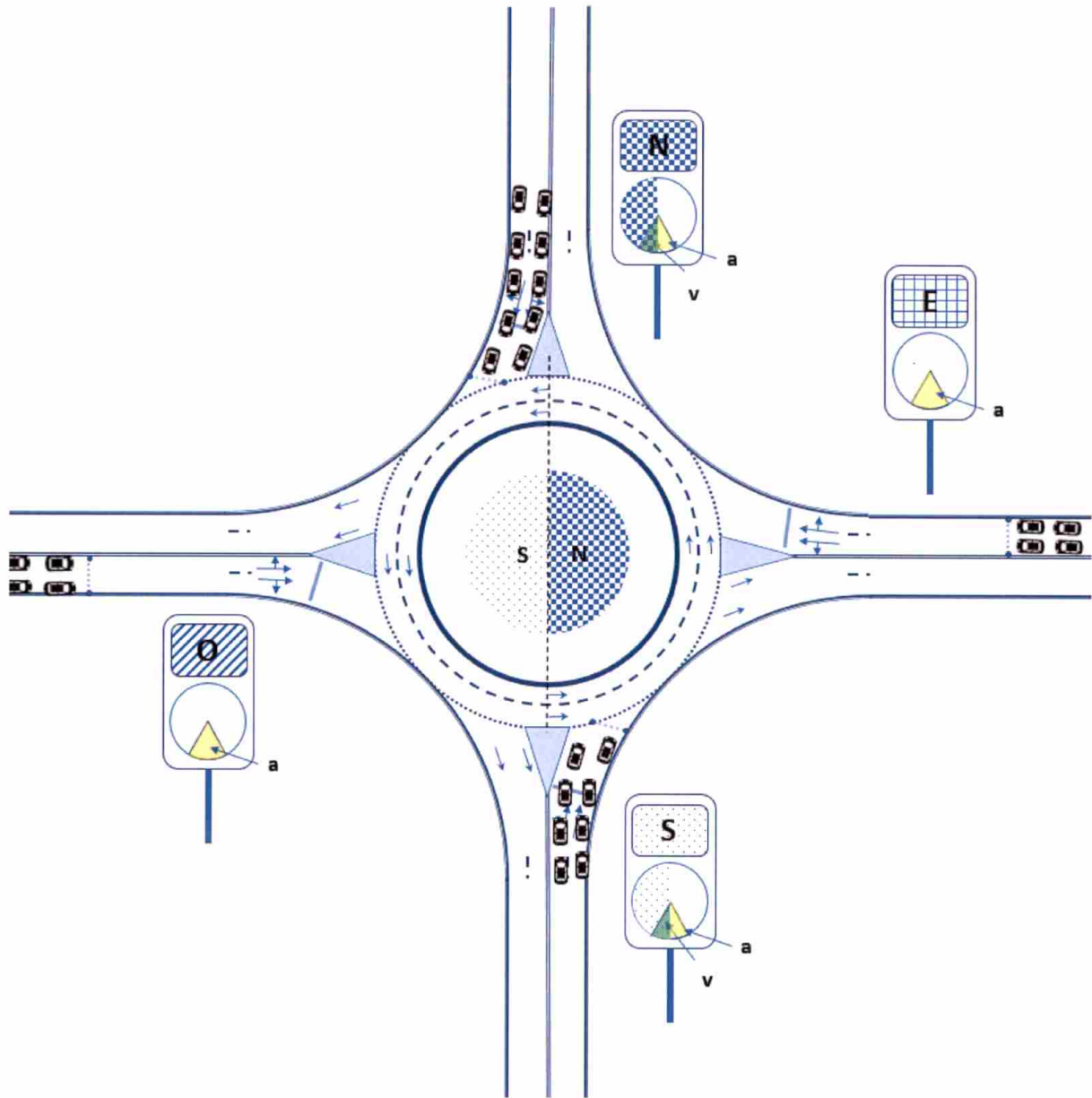


FIG. 5

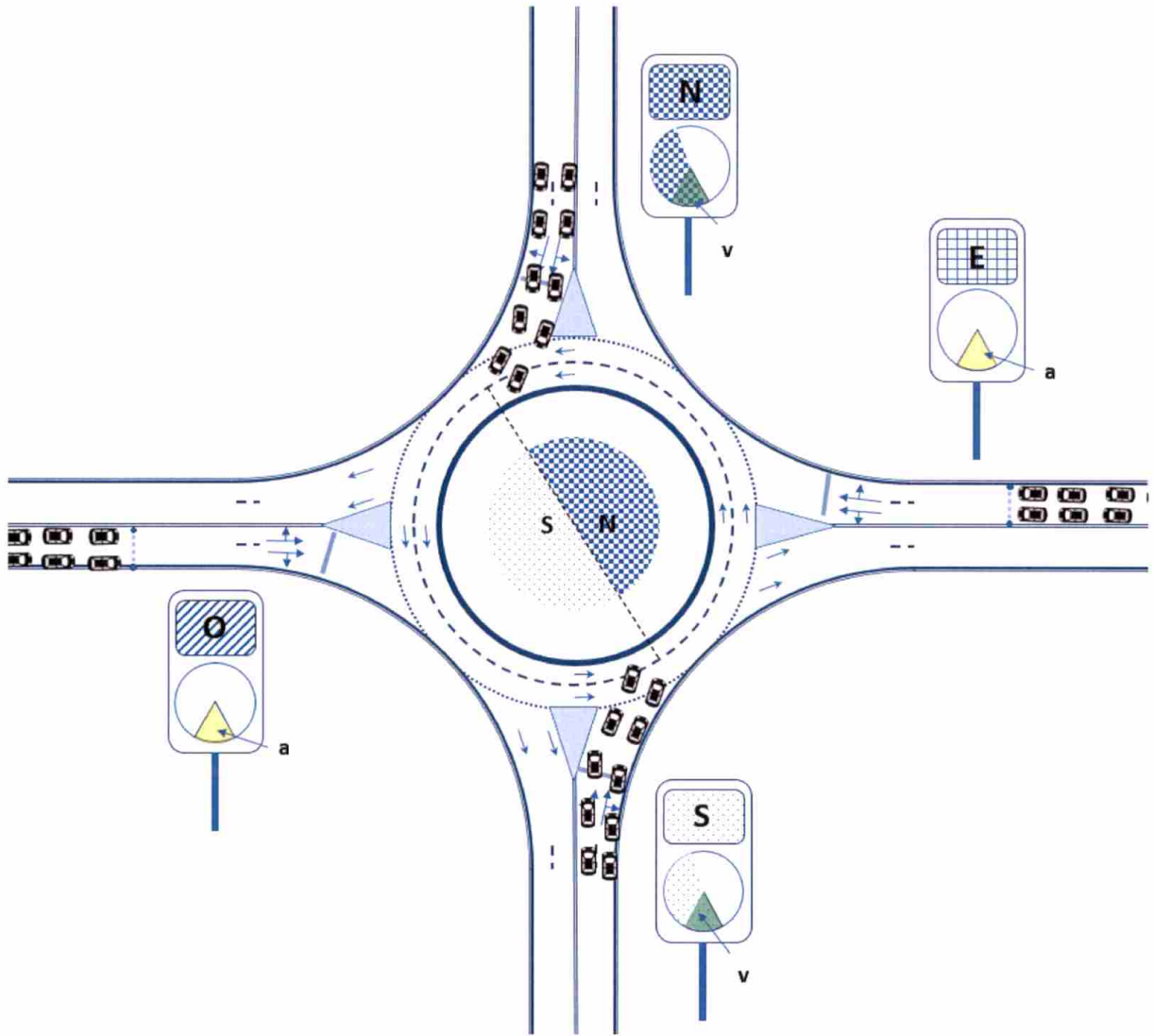


FIG. 6

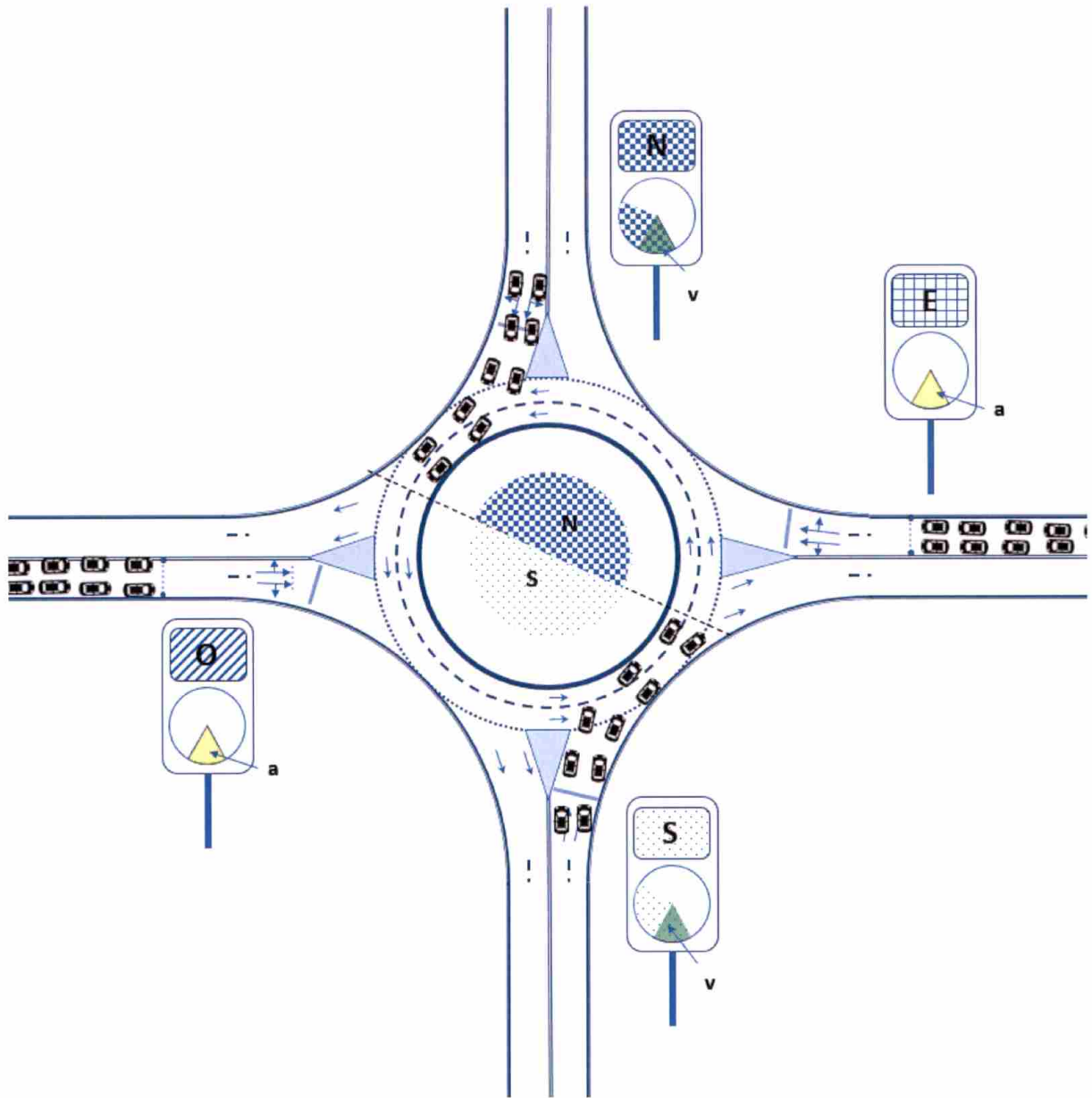


FIG. 7

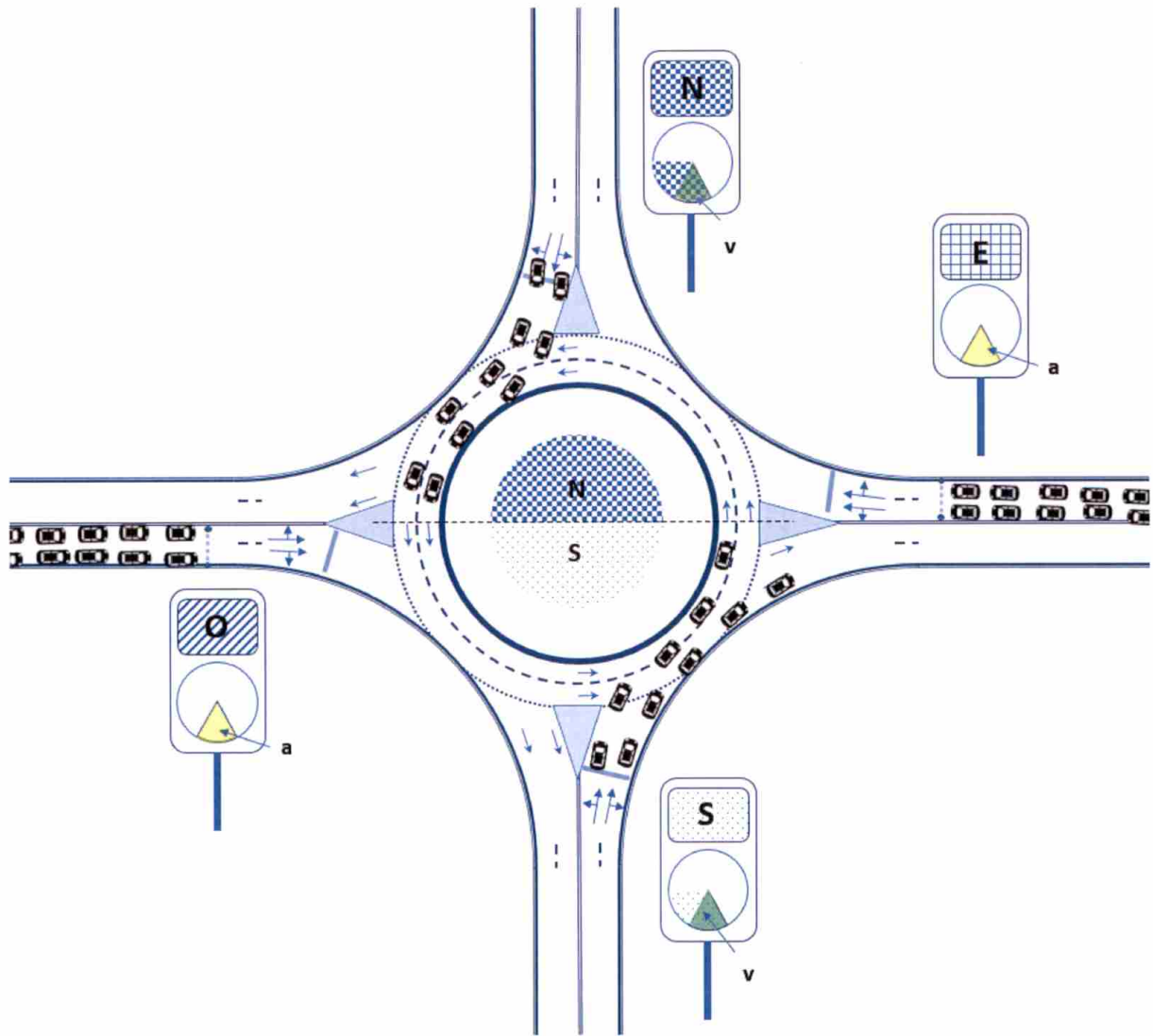


FIG. 8

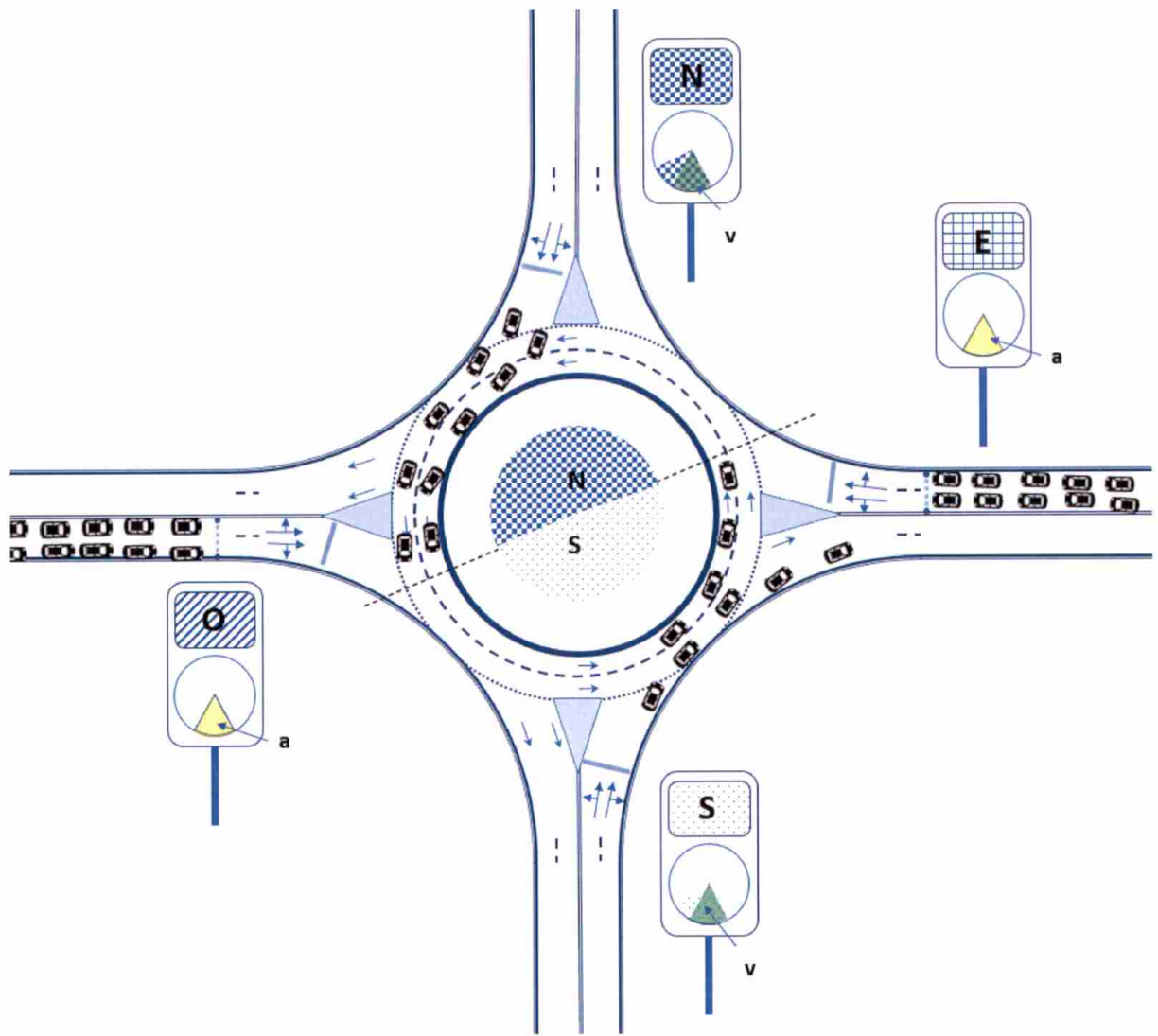


FIG. 9

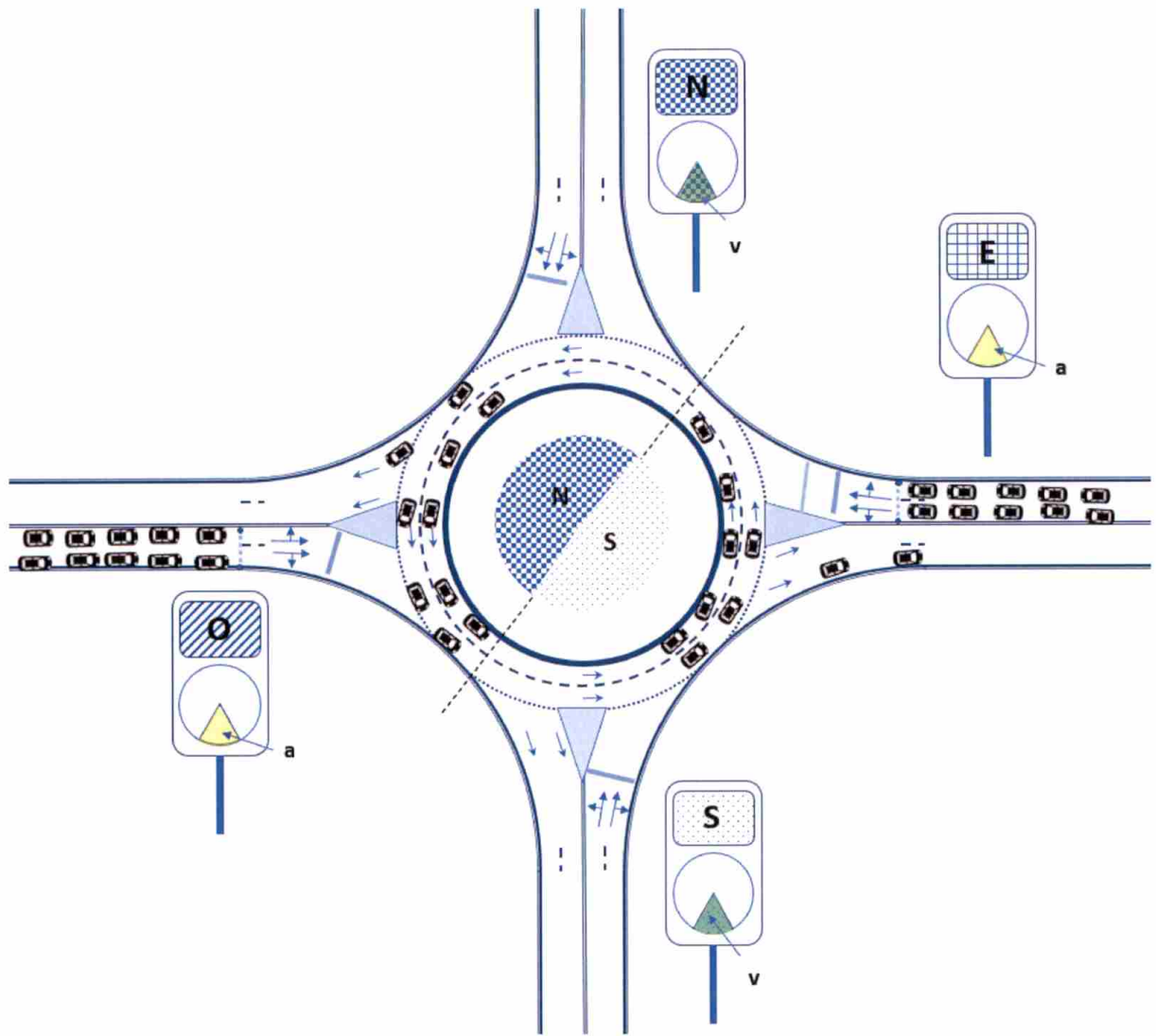


FIG. 10

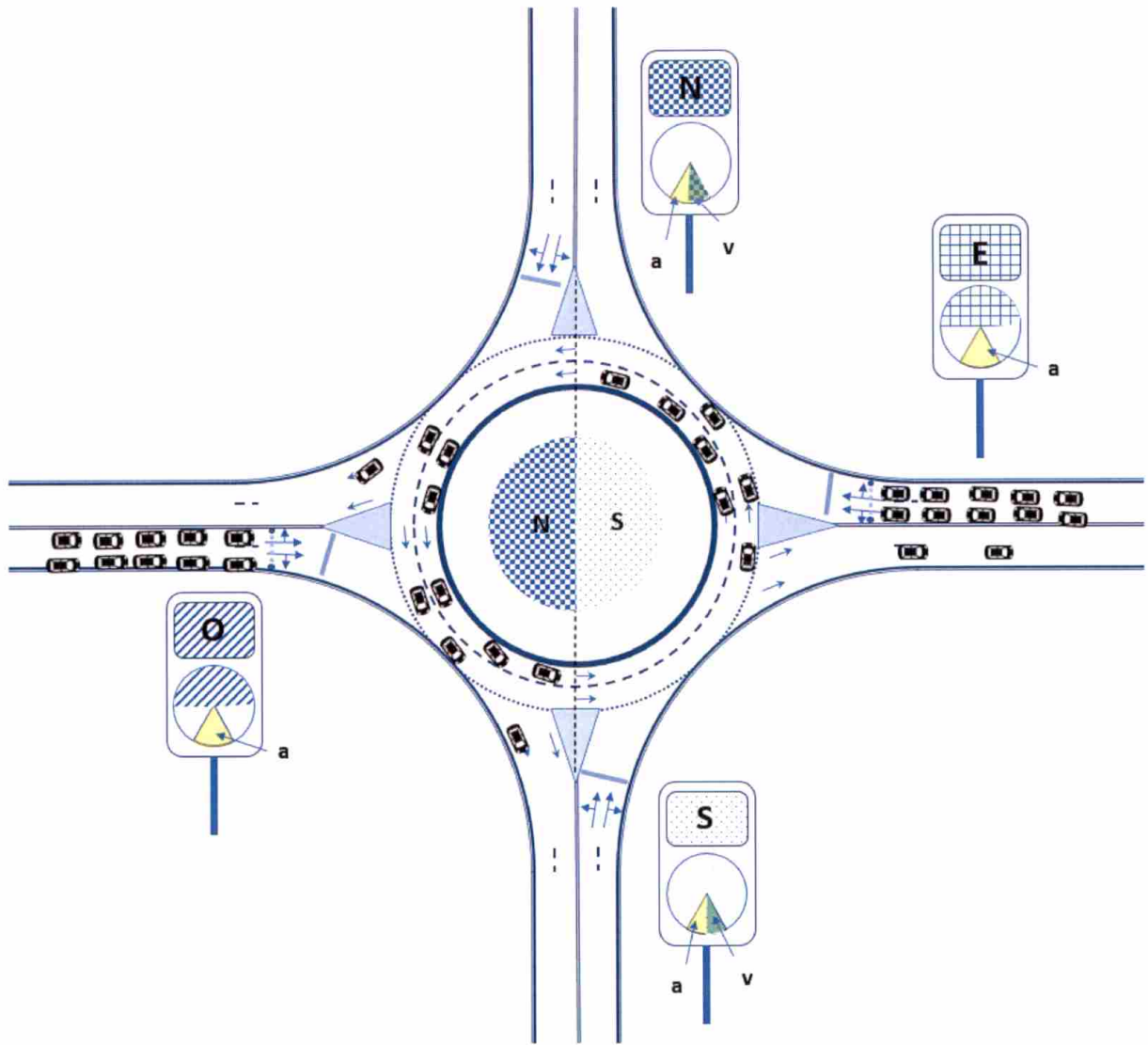


FIG. 11

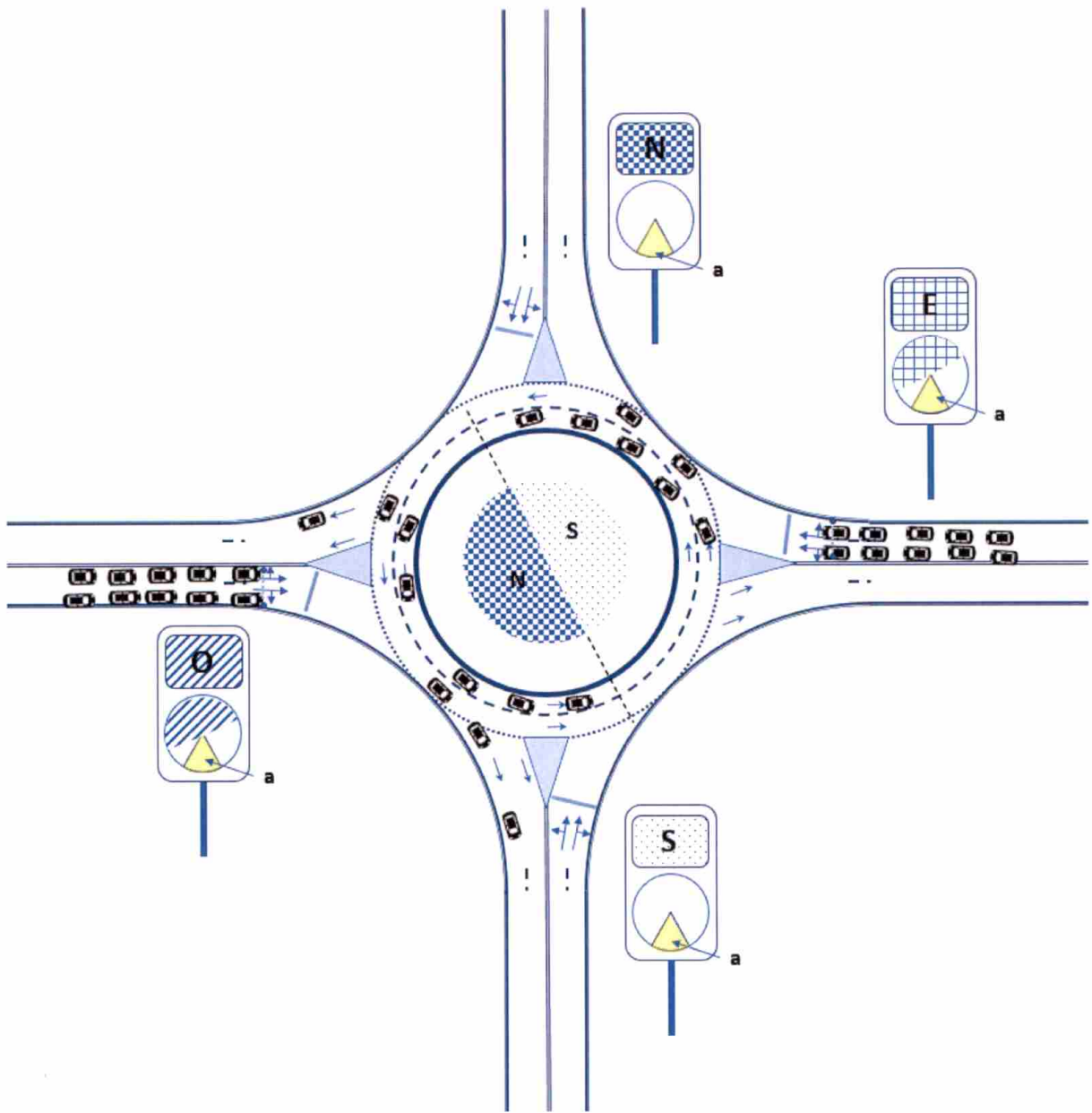


FIG. 12

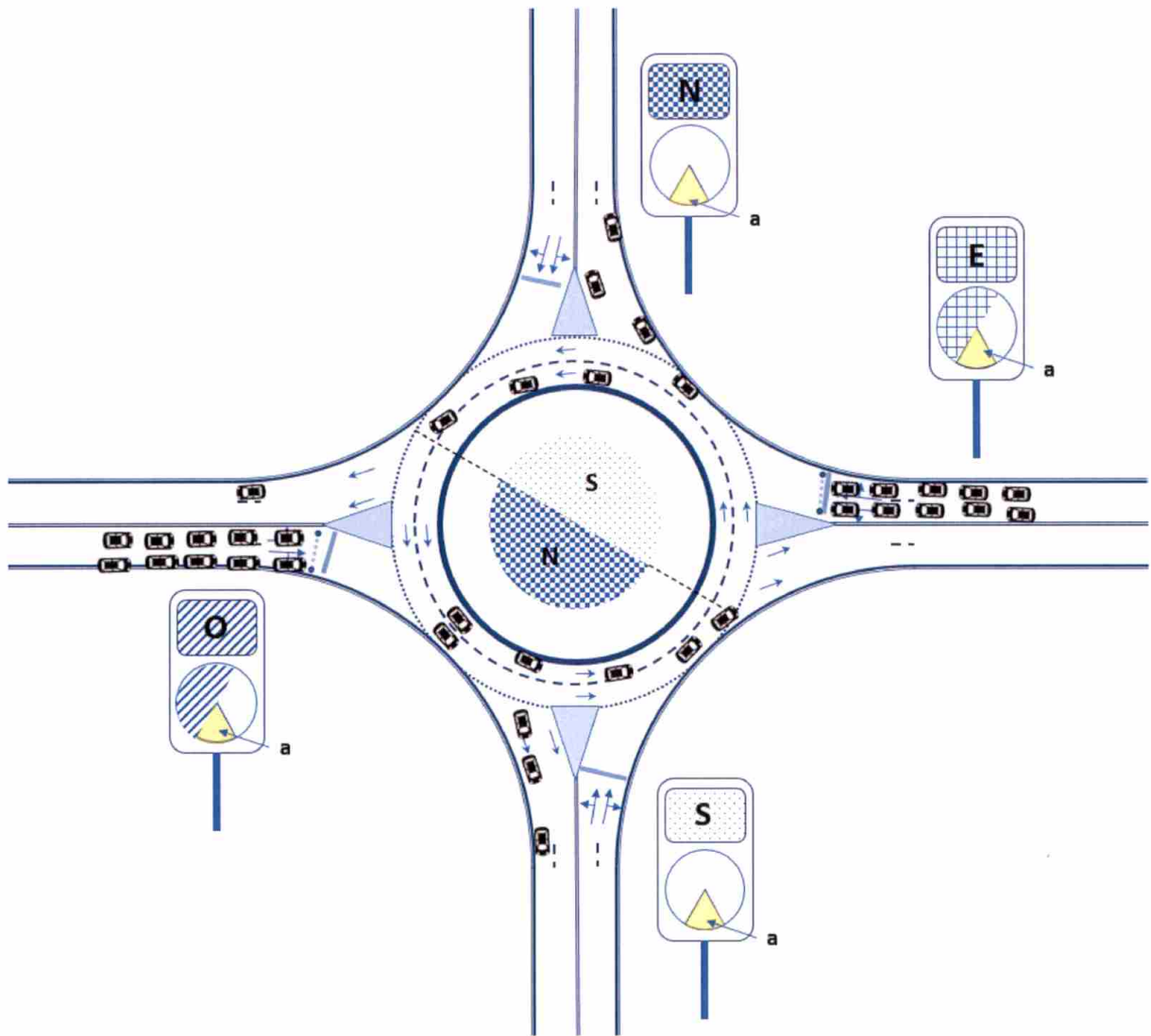


FIG. 13

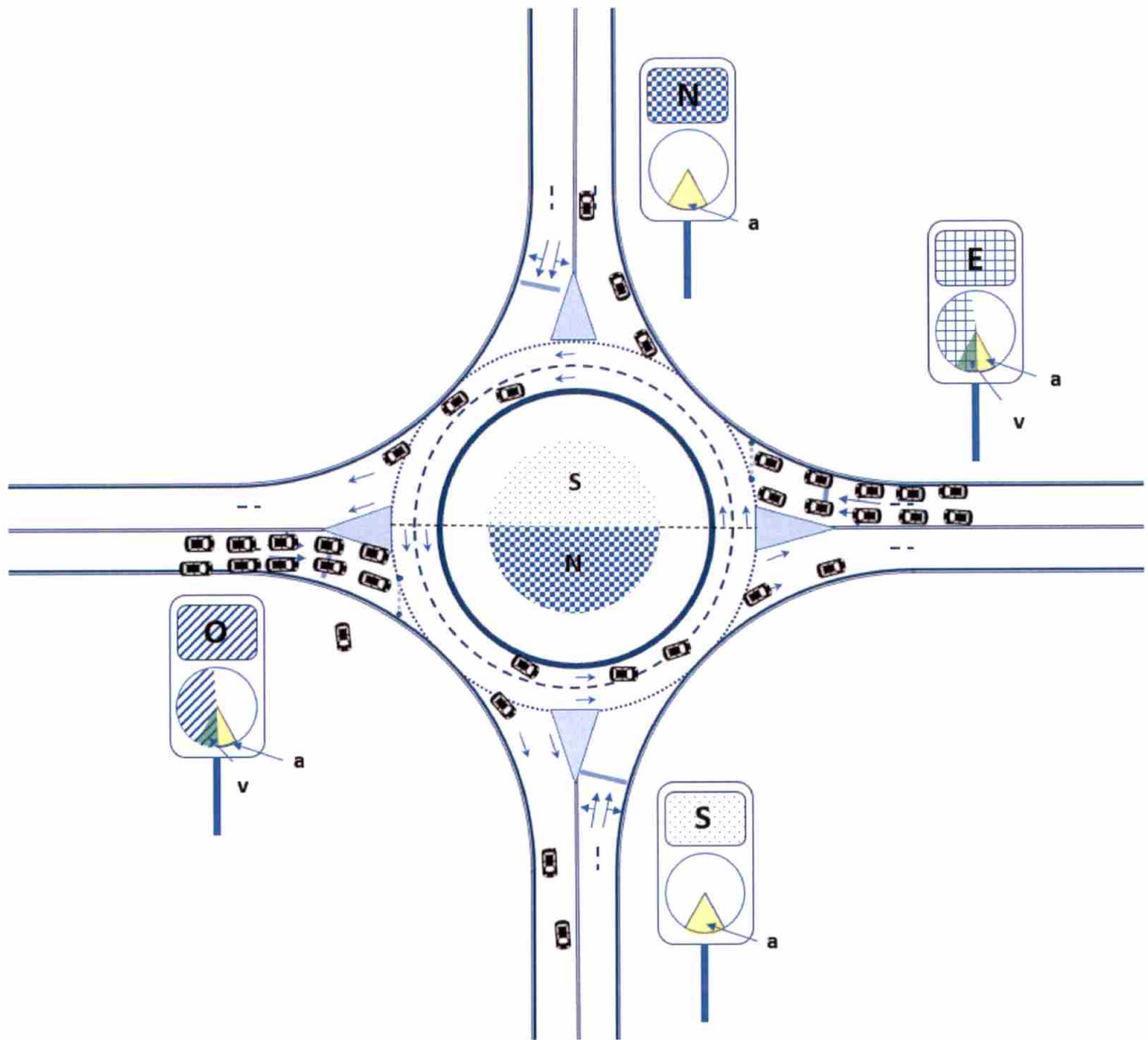


FIG. 14

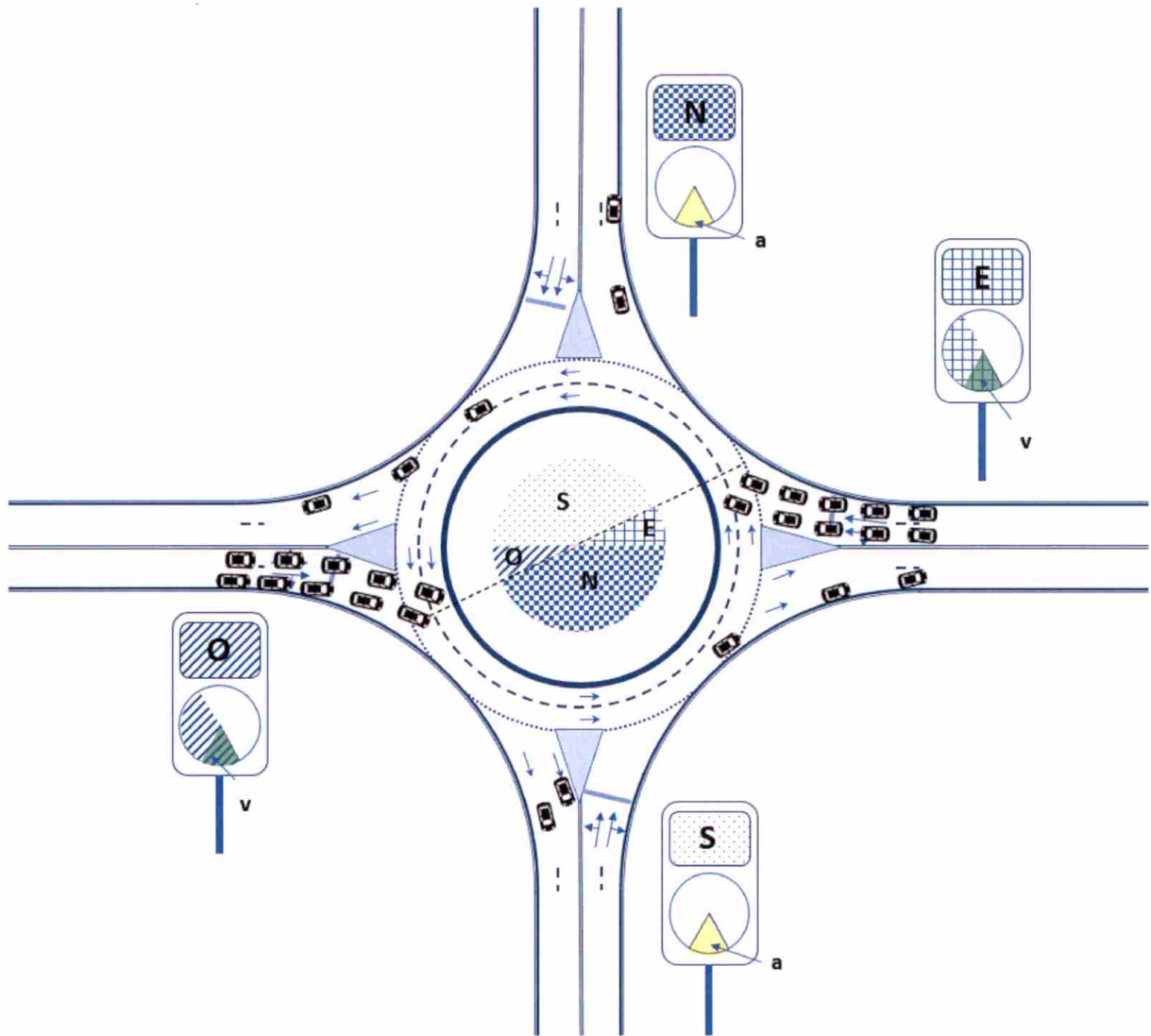


FIG. 15

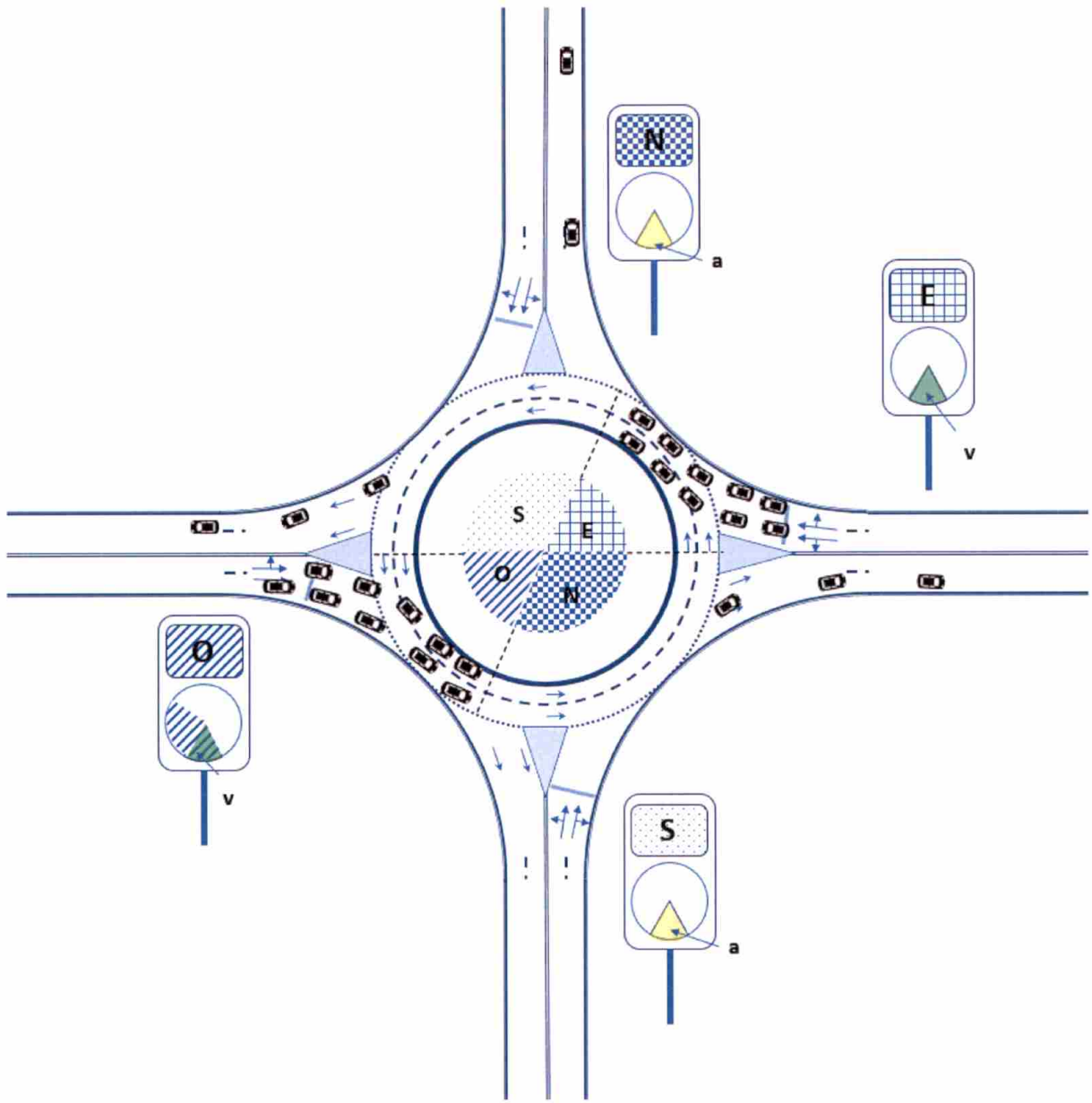


FIG. 16

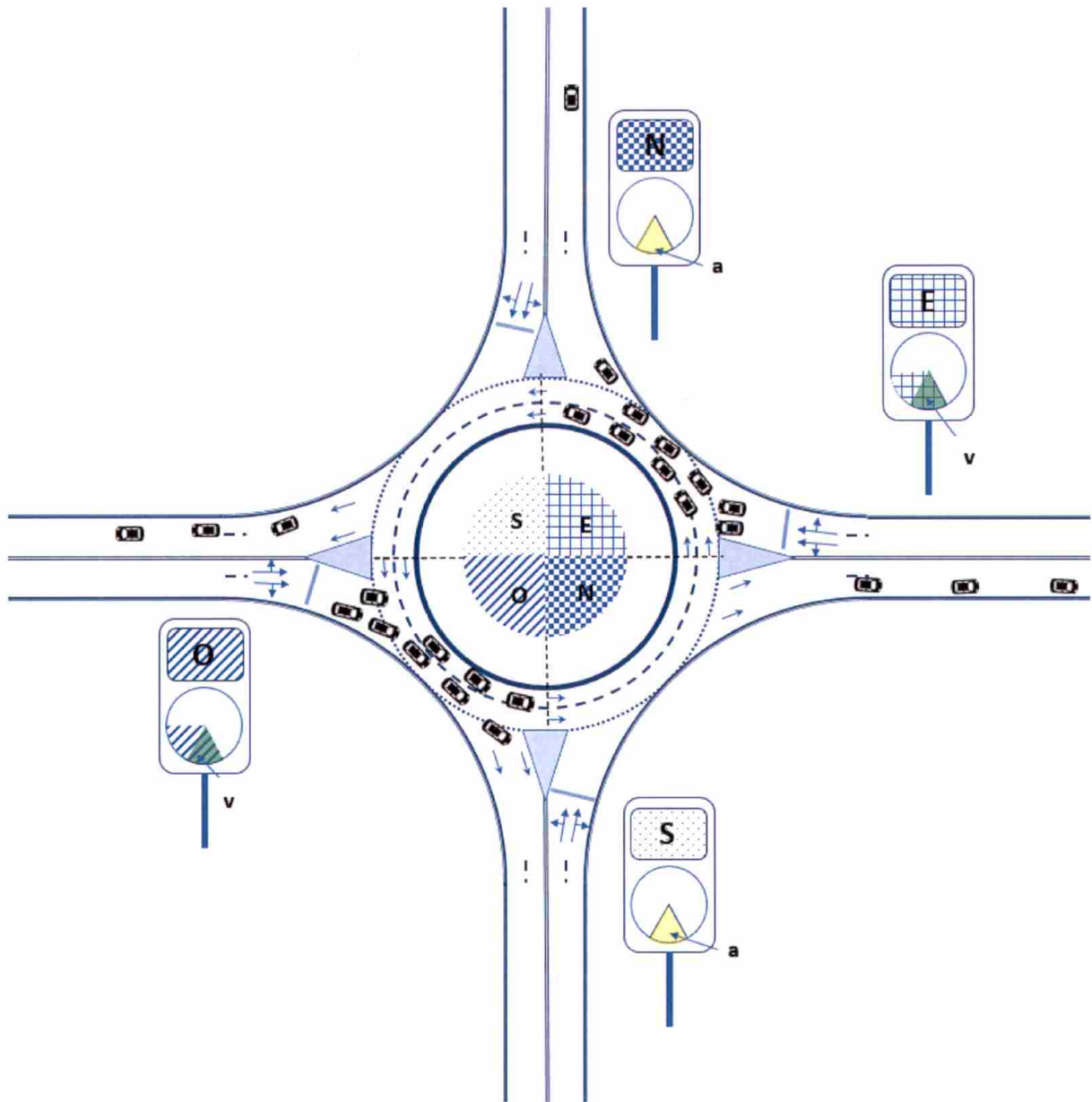


FIG. 17

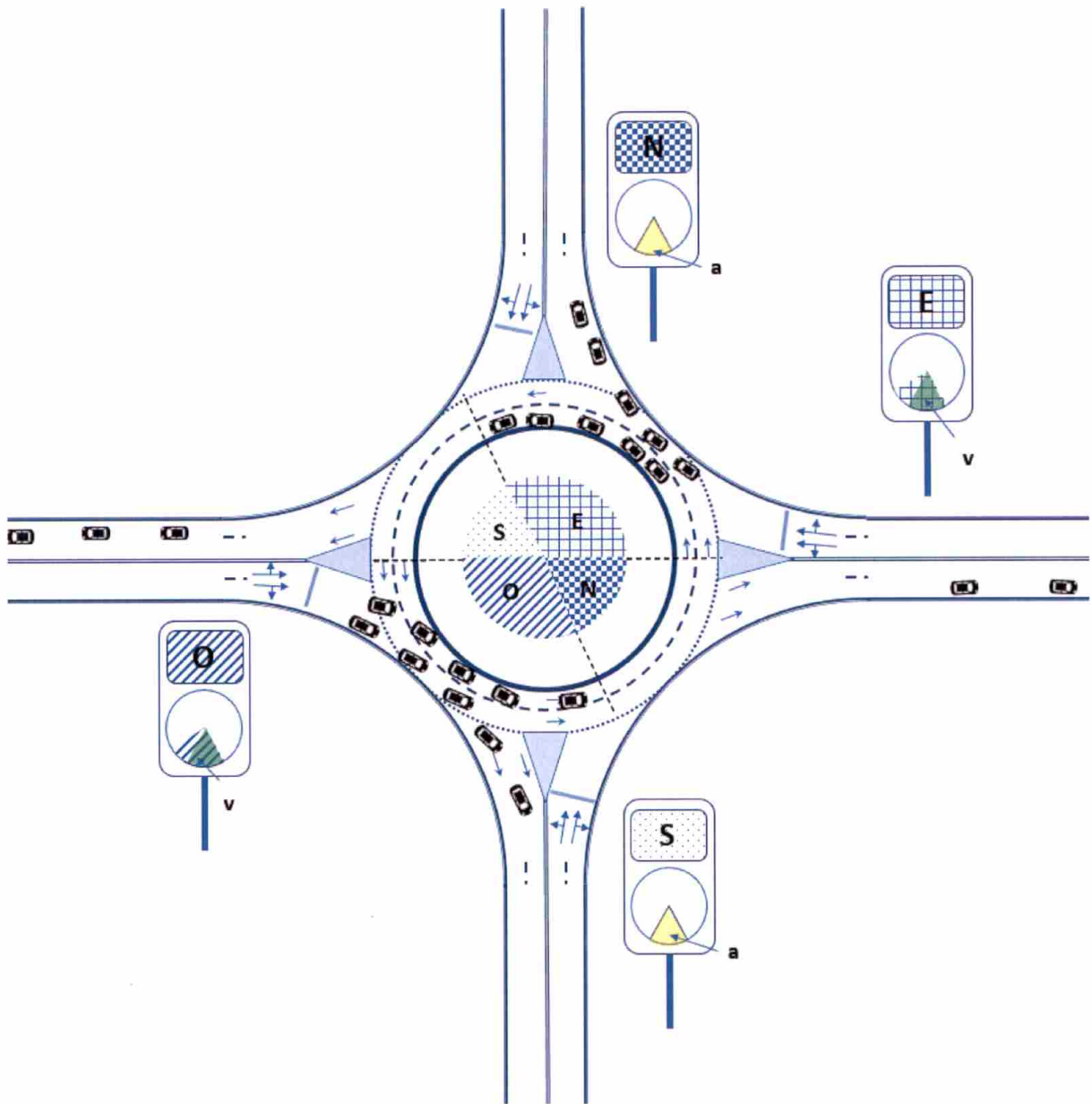


FIG. 18

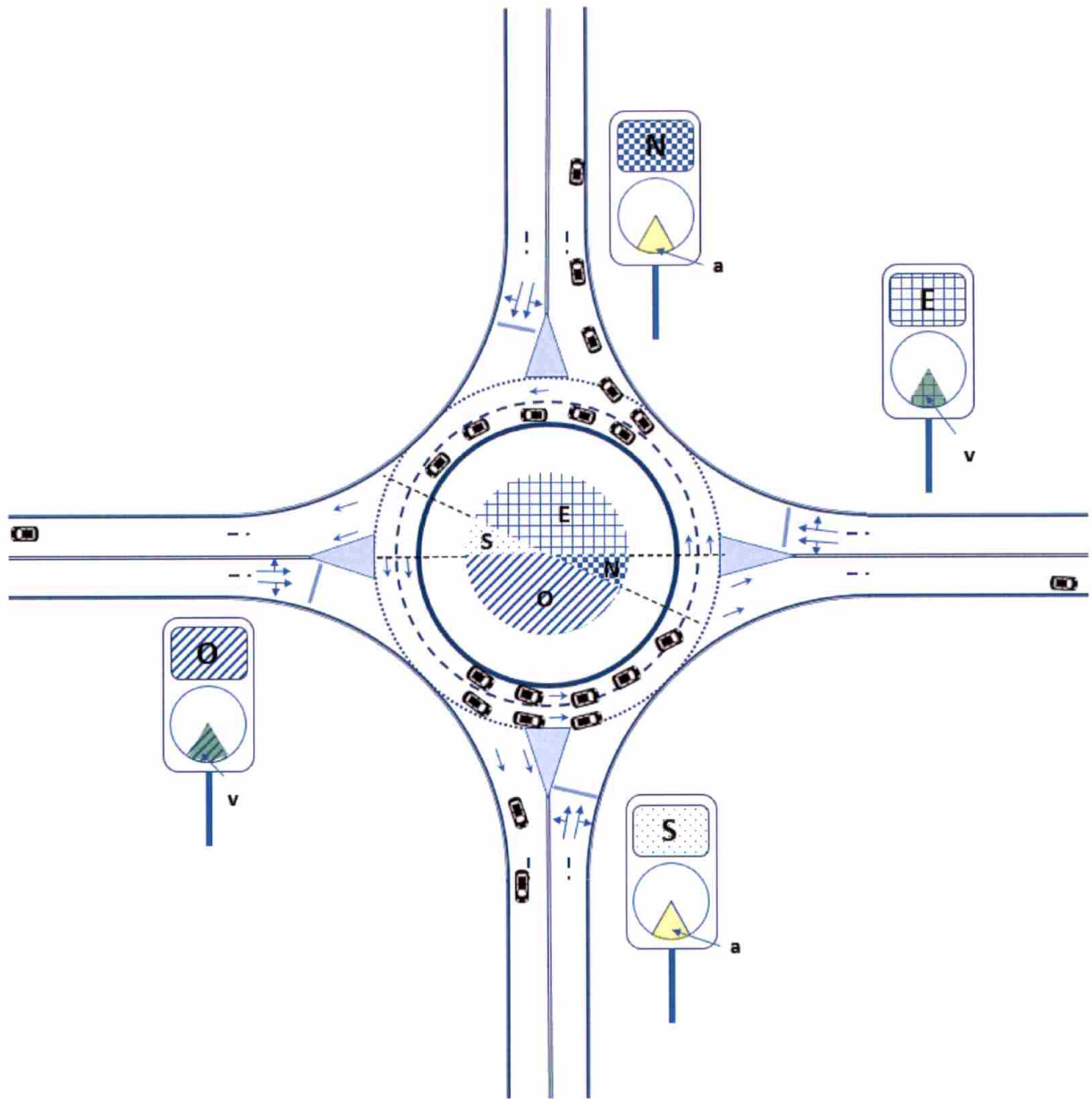


FIG. 19

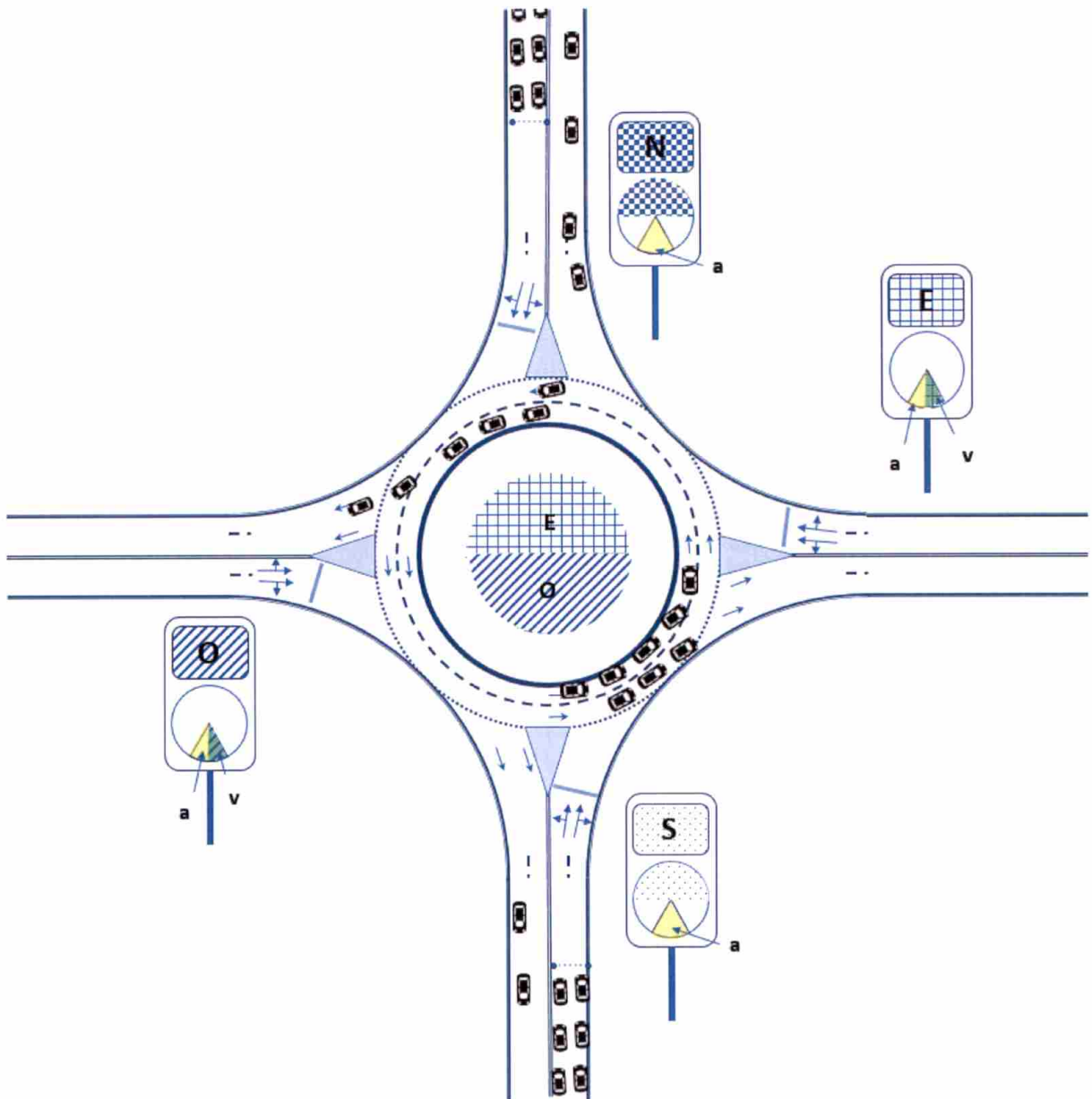


FIG. 20

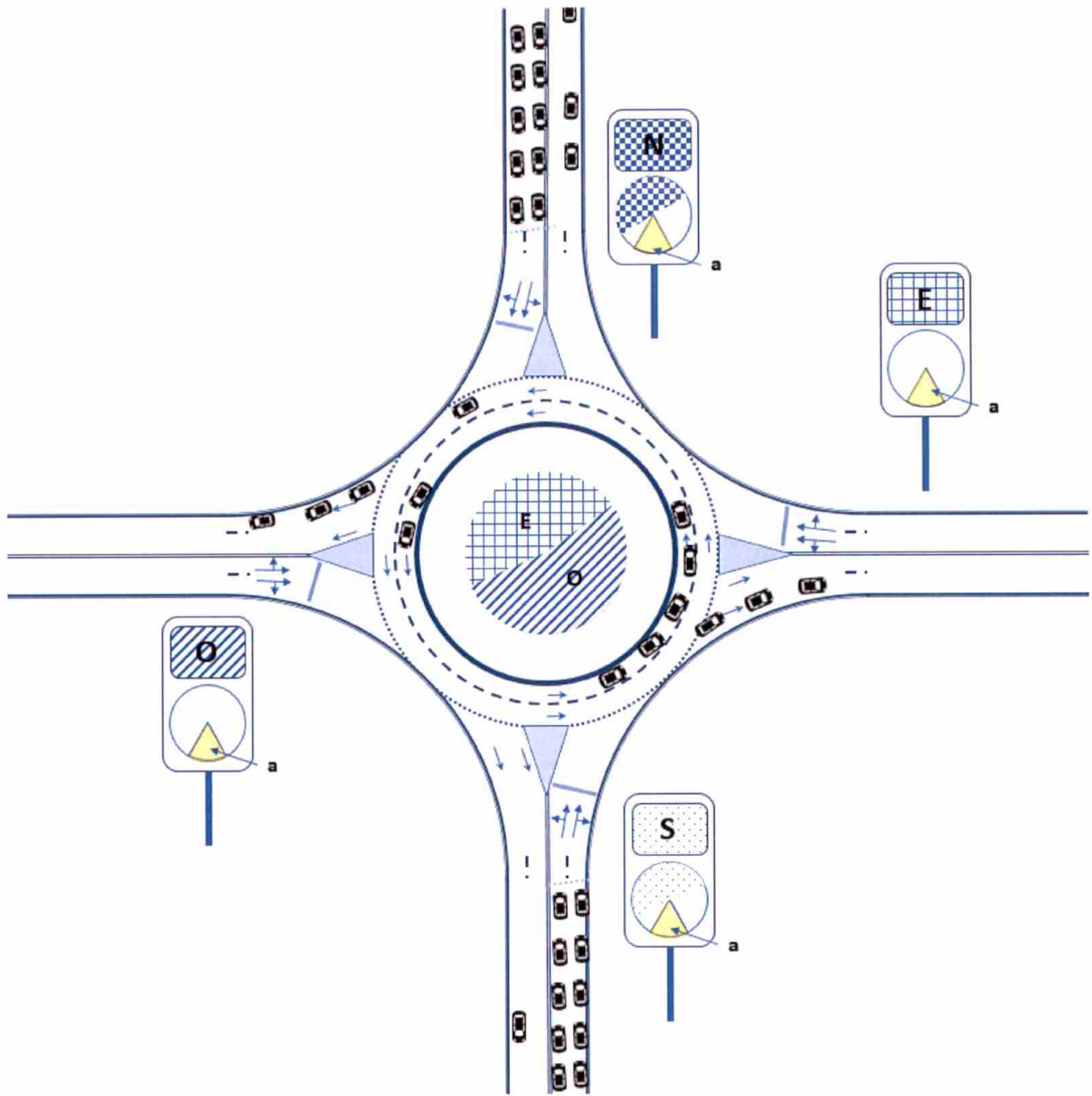


FIG. 21

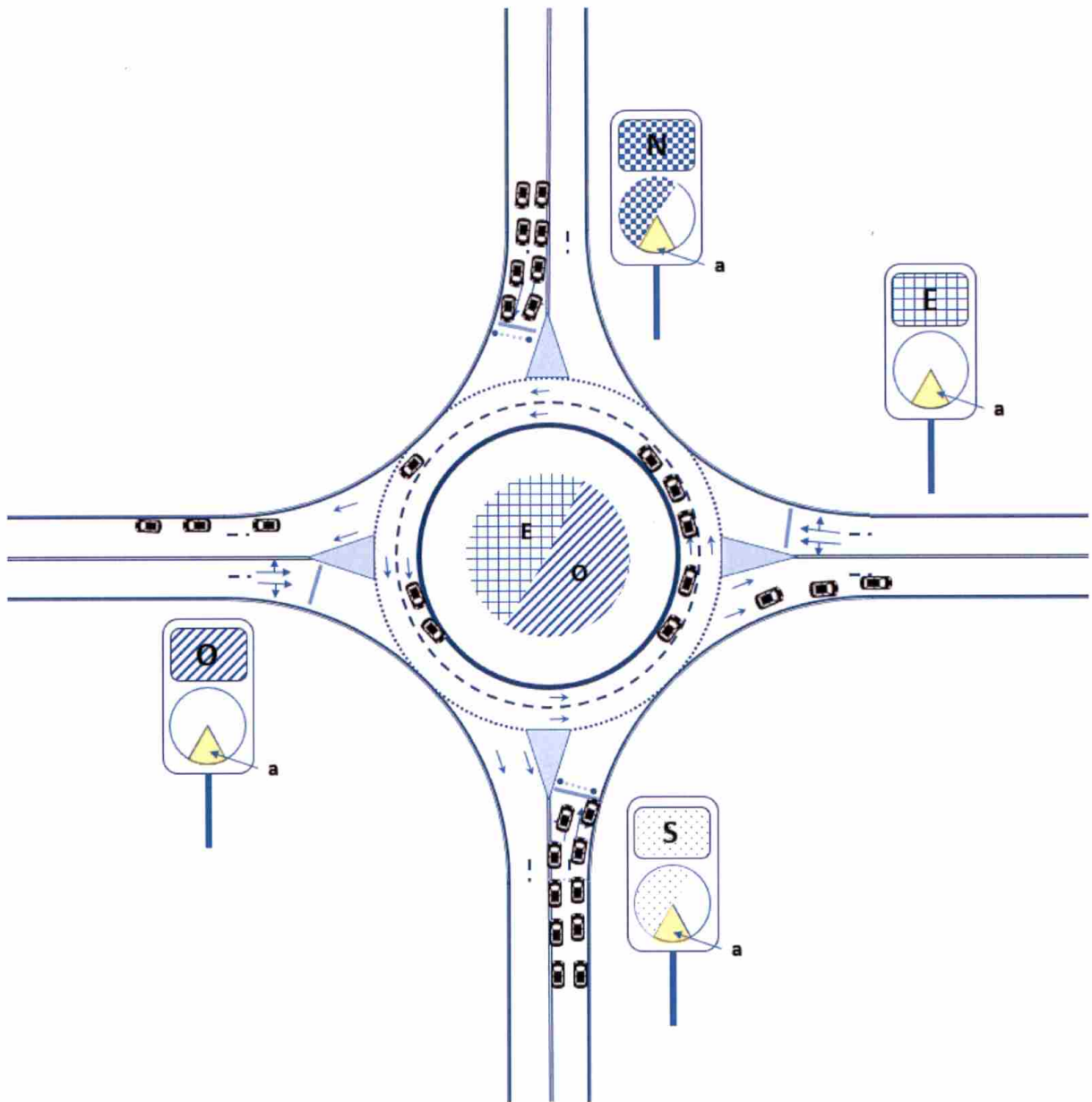


FIG. 22

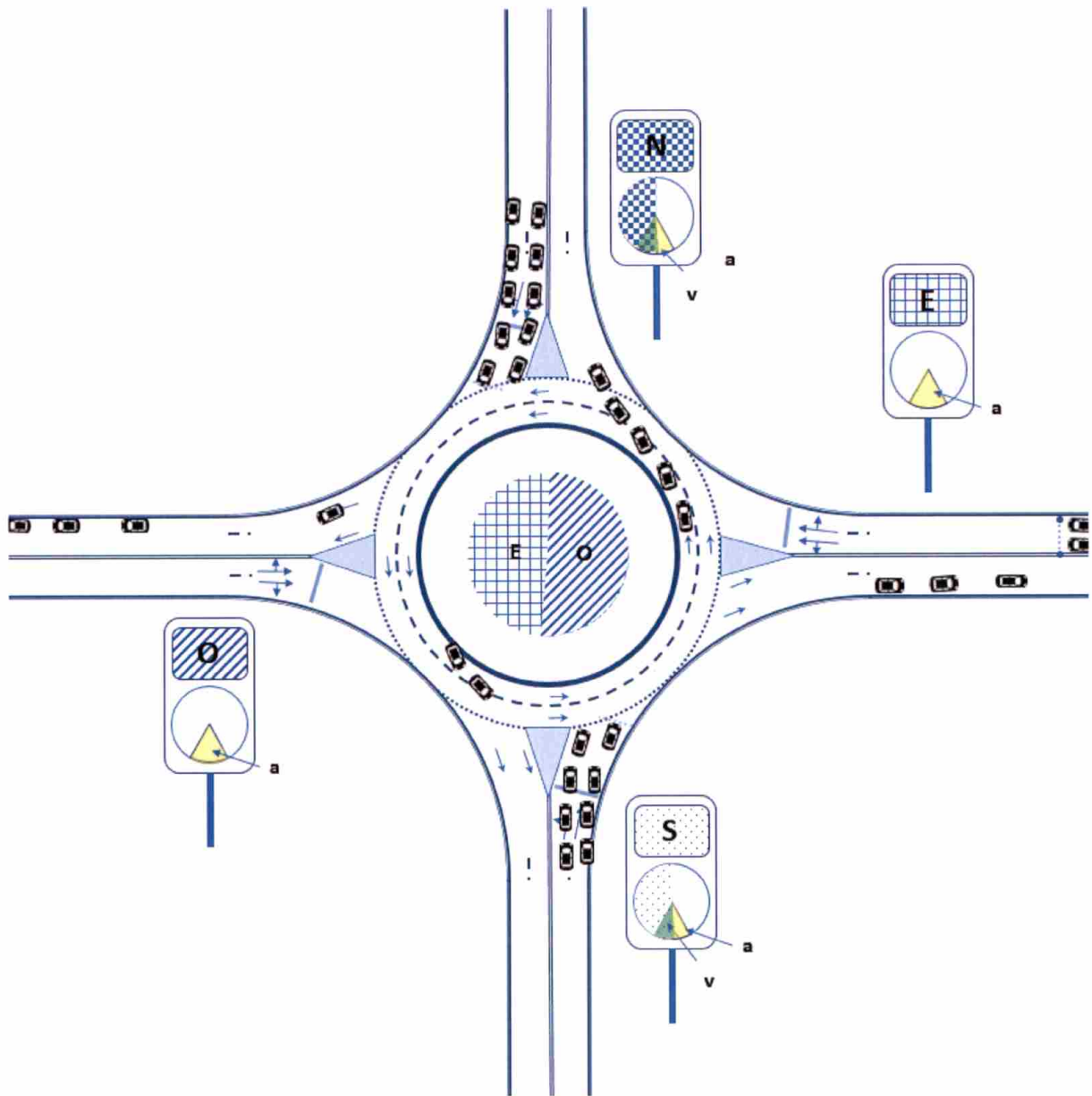


FIG. 23

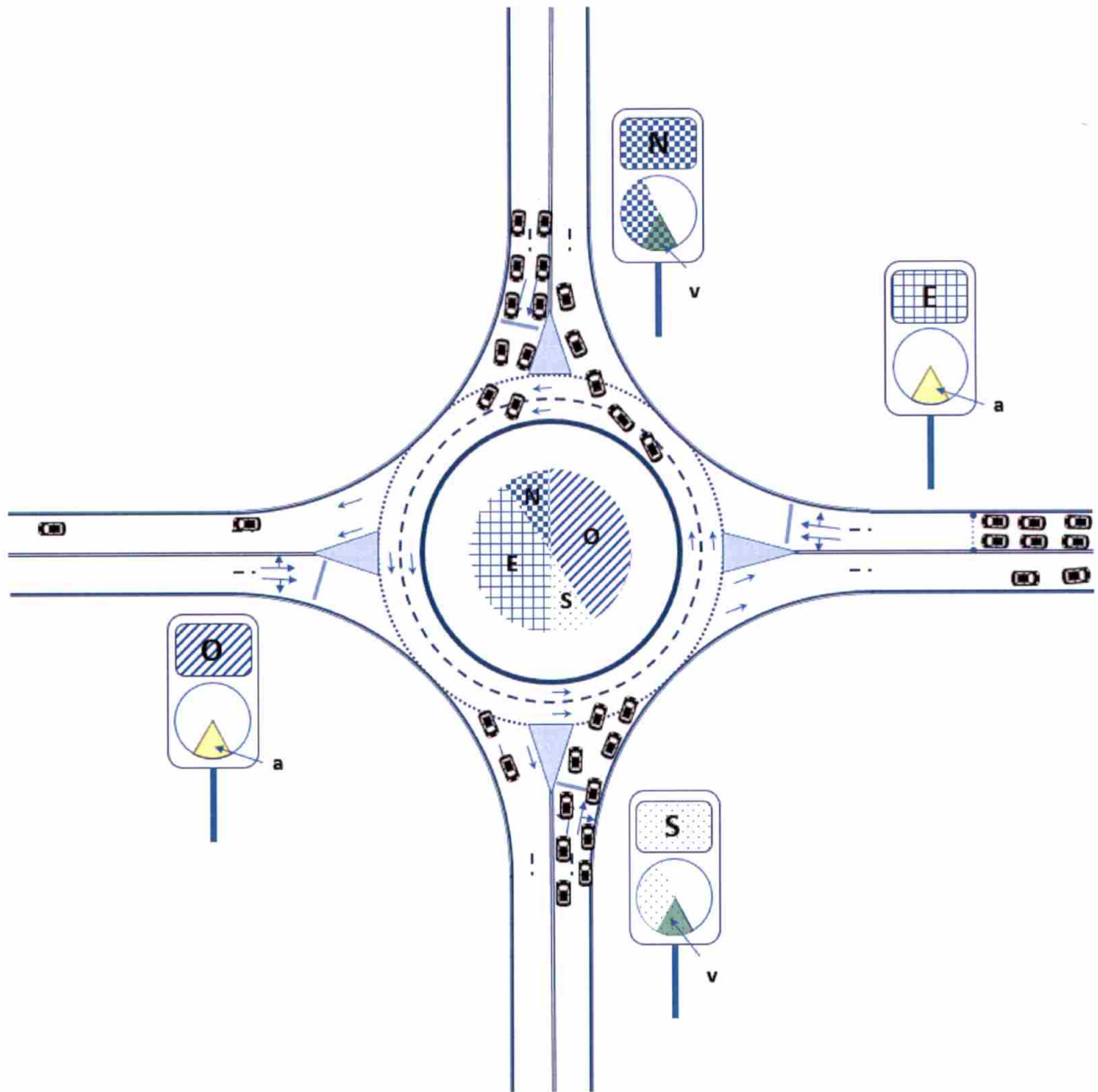


FIG. 24

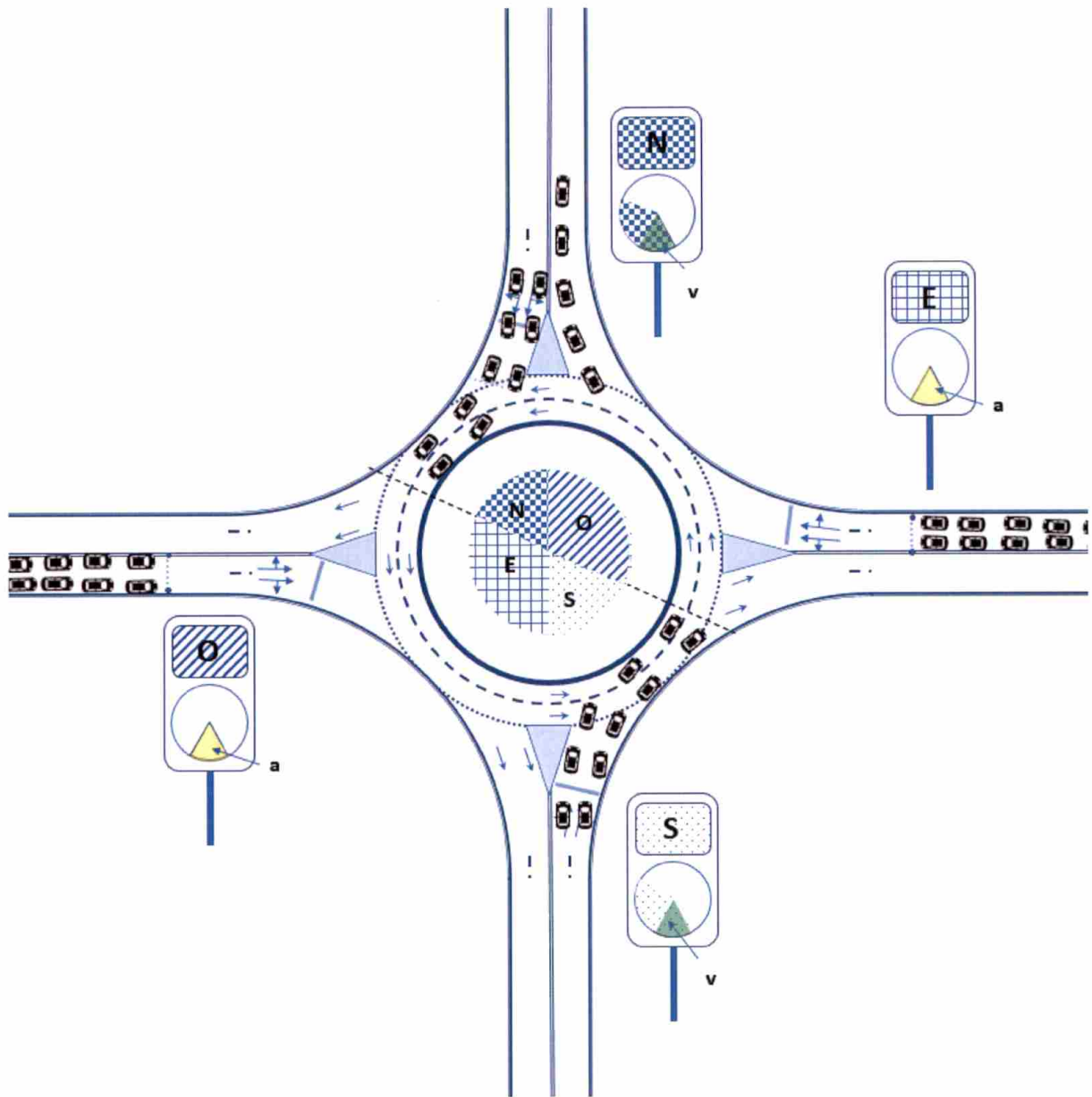


FIG. 25

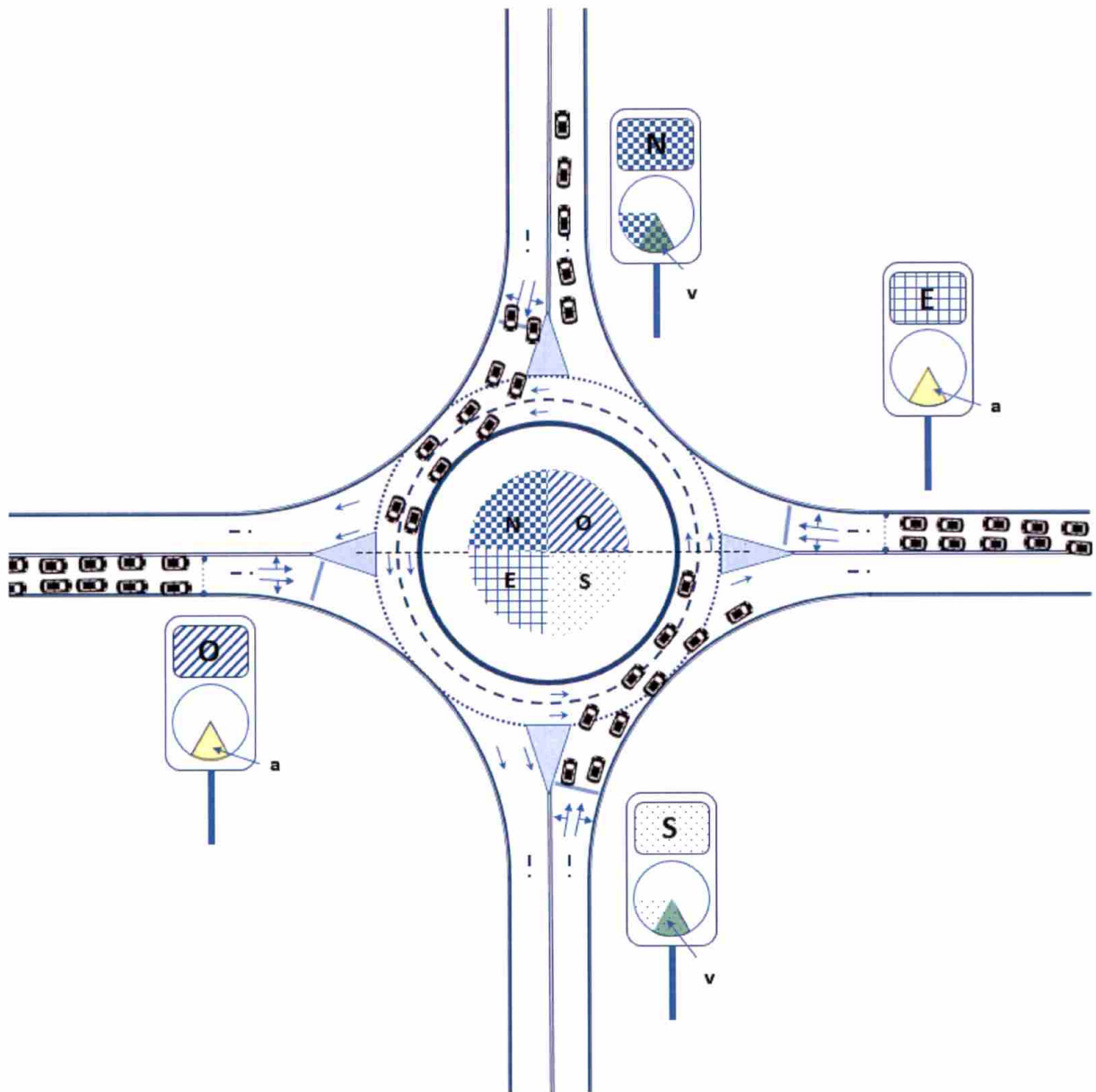


FIG. 26

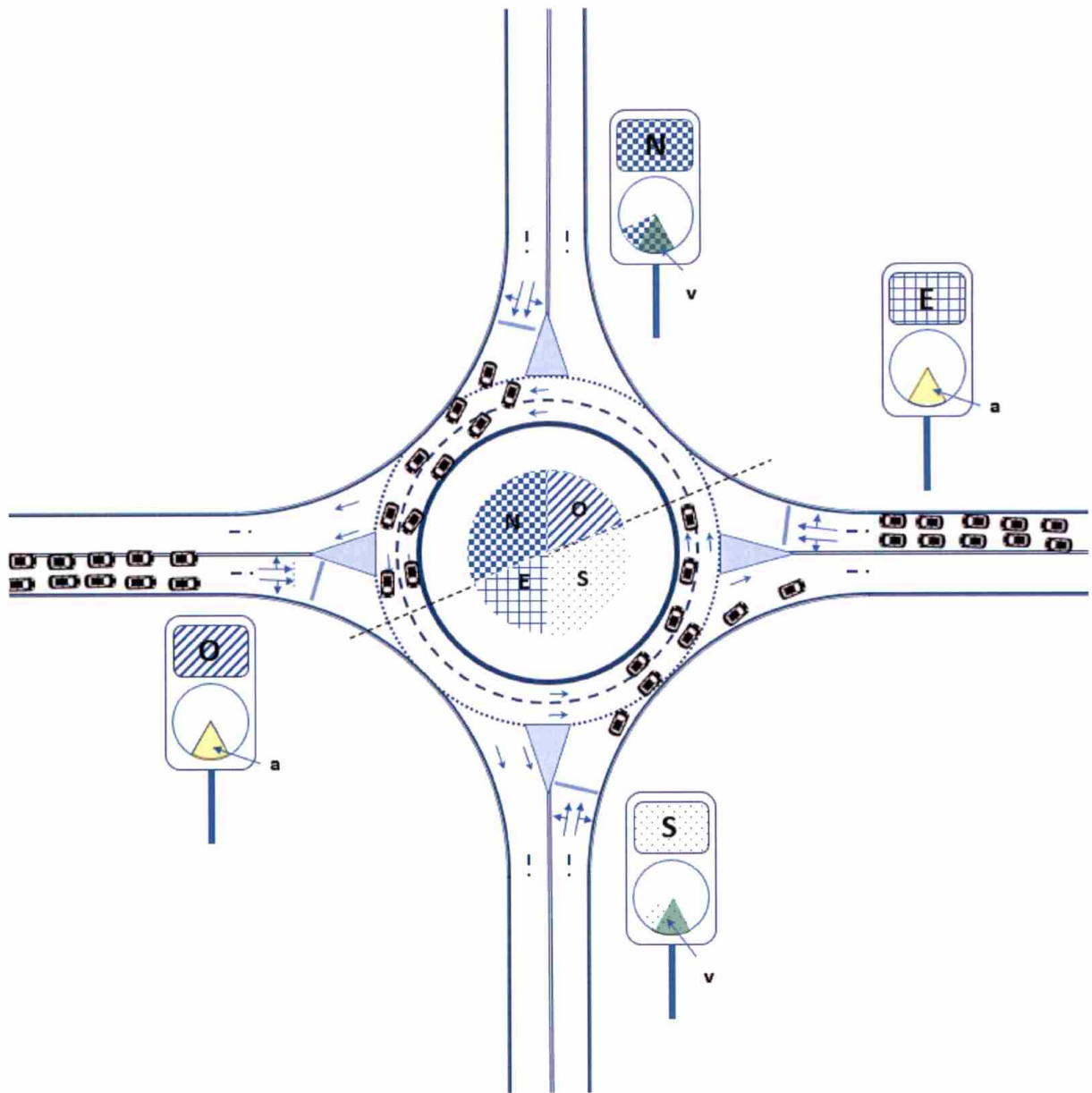


FIG. 27

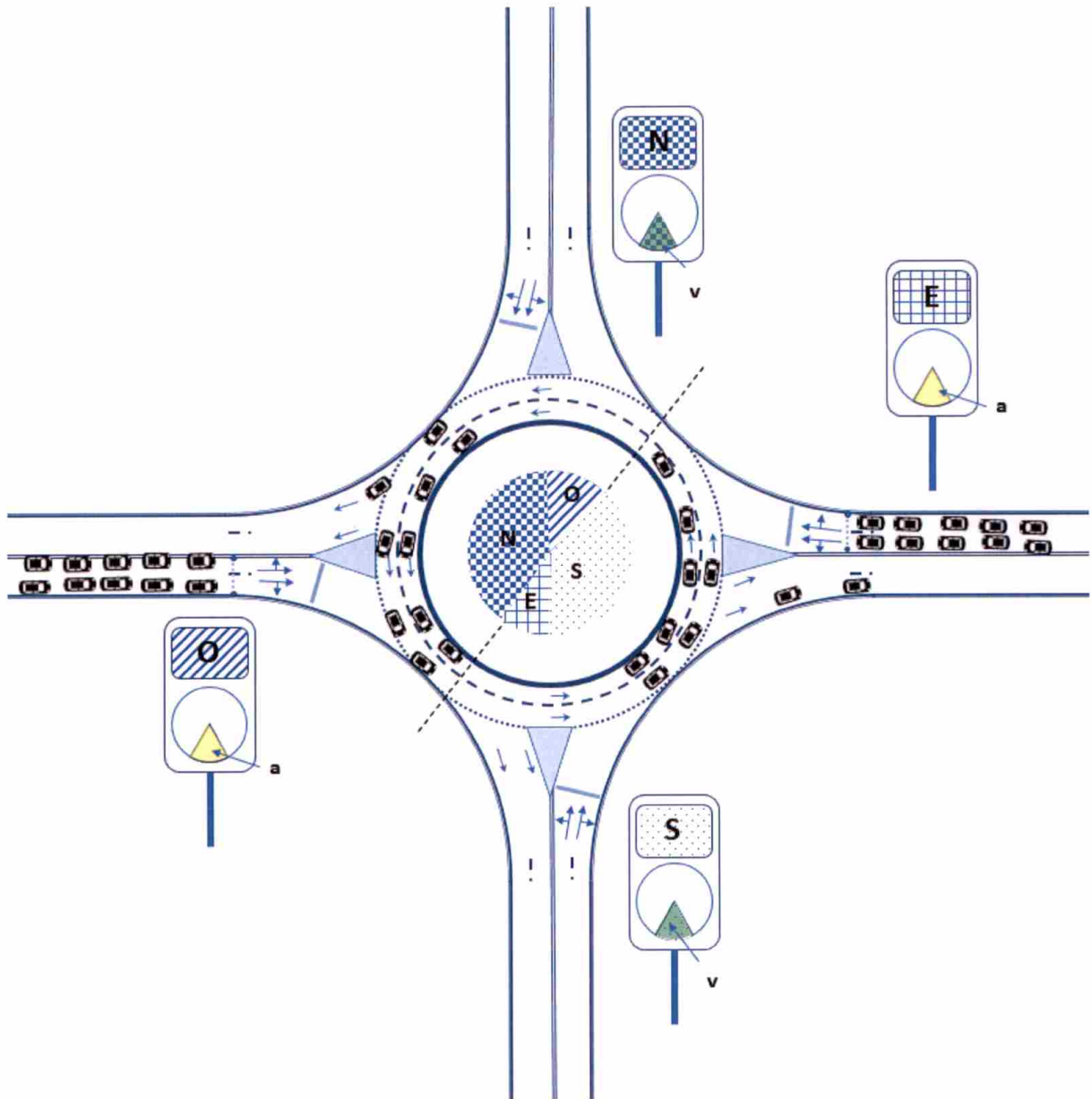


FIG. 28

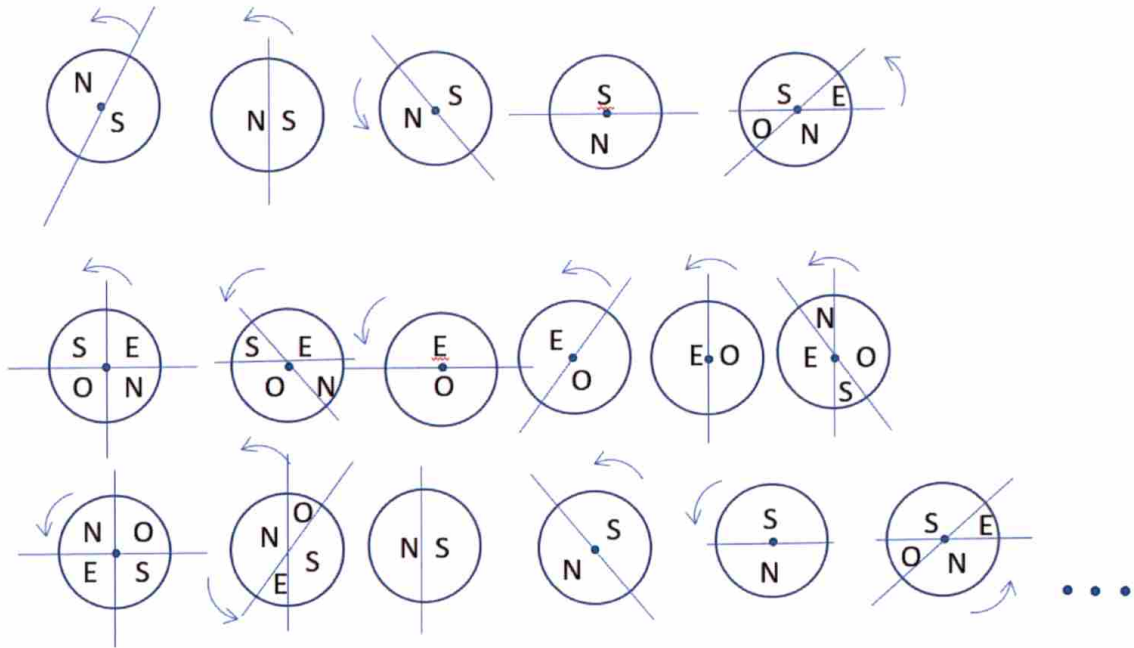


FIG. 29

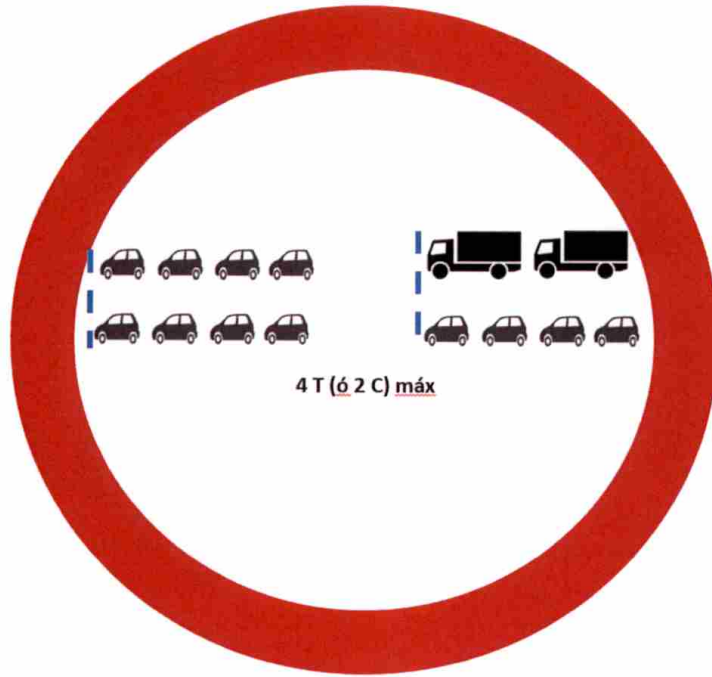


FIG. 30

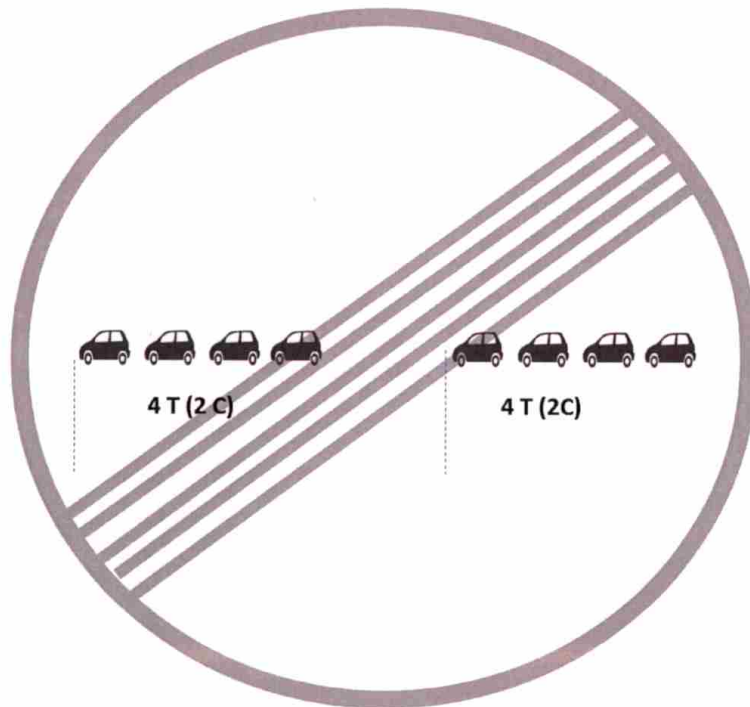


FIG. 31