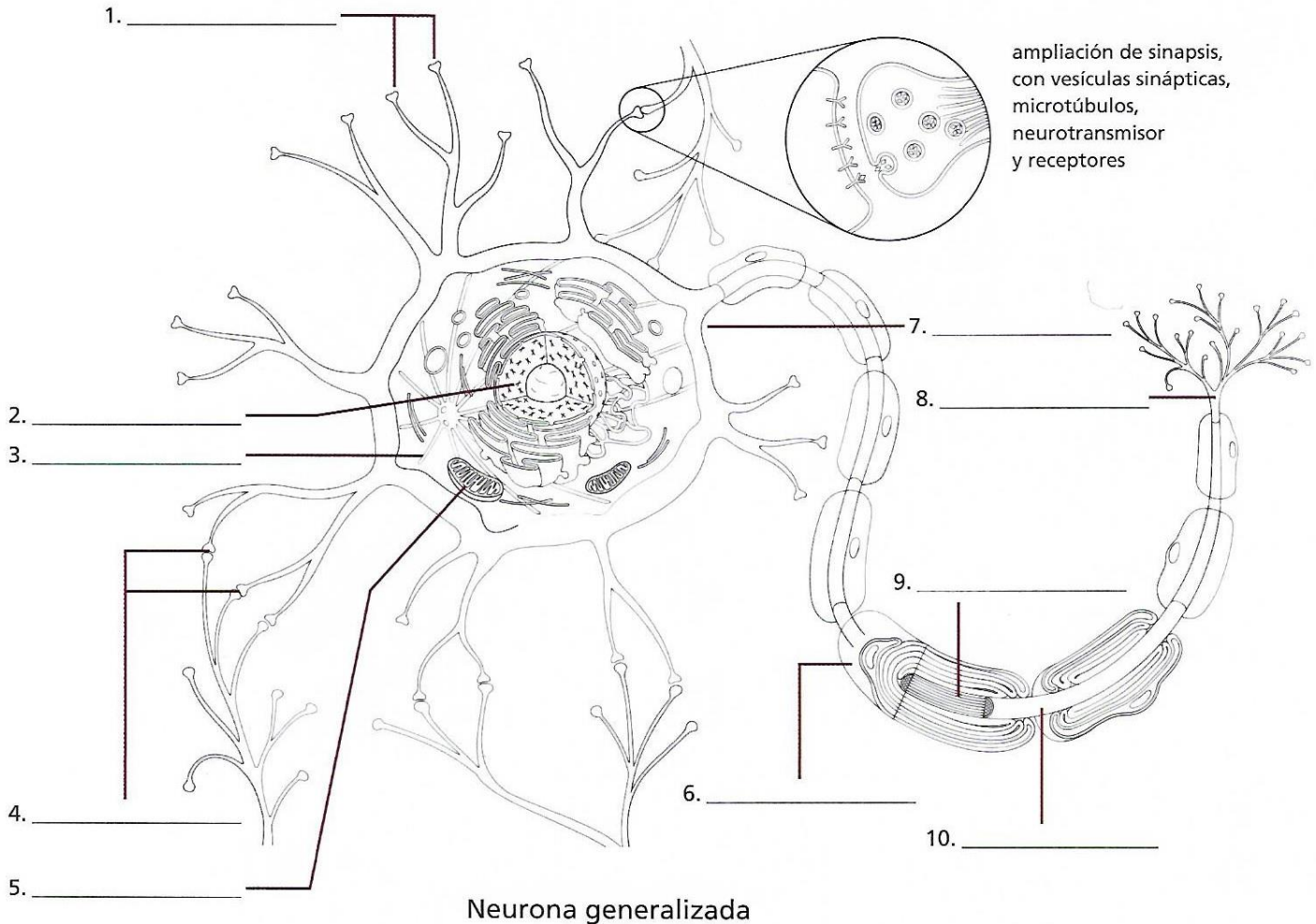


Resumen de la estructura y función neuronal



Aunque las neuronas pueden diferir en su morfología, contienen cuatro zonas distintivas, cada una de ellas con una función diferenciada. Las dendritas son proyecciones del cuerpo celular y sirven para recibir señales de terminales de axones, que convierten en impulsos eléctricos. El cuerpo celular contiene el núcleo y es el punto de síntesis de casi todas las proteínas y membranas neuronales. Los axones varían en diámetro, pueden estar o no mielinizados y se especializan en la conducción de potenciales de acción (PA) a las terminales de axones. Estas son las ramas terminales de los axones y los puntos de comunicación entre neuronas.

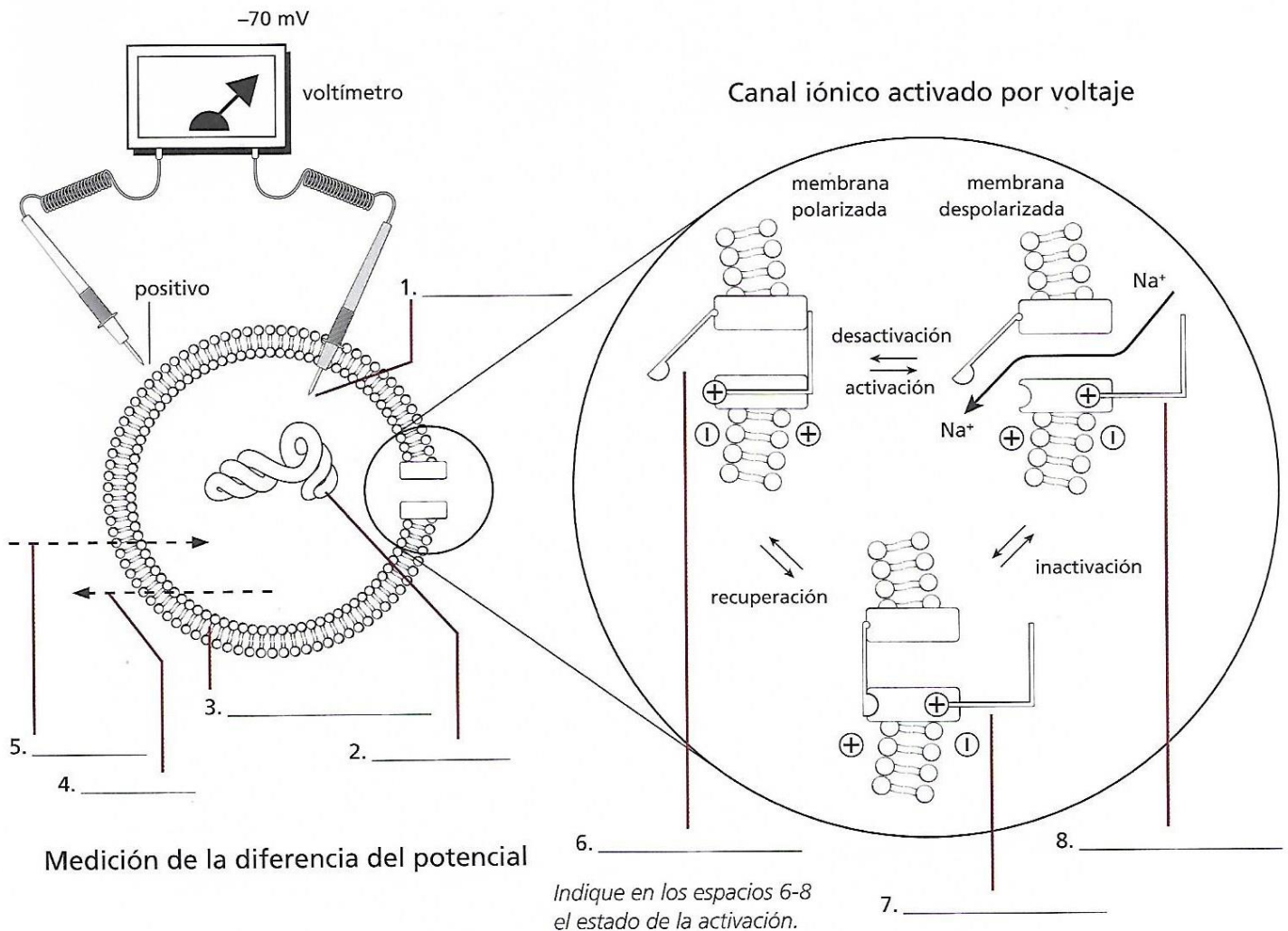
Las proteínas recién sintetizadas se transportan por los axones en vesículas membranosas, a lo largo de microtúbulos, vía transporte anterógrado. Las membranas dañadas y los orgánulos se transportan en dirección contraria vía transporte retrógrado, para su degradación en lisosomas.

Un solo axón del SNC puede establecer sinapsis con un gran número de neuronas, induciendo respuestas en todas ellas de forma simultánea. Este principio se llama divergencia. Un cuerpo celular también puede recibir un gran número de señales de otras neuronas (convergencia). Las señales convergentes se transmitirán por la dendrita y el cuerpo celular y se pueden expandir hasta el cono axónico (o eminencia axónica); si el conjunto de estas señales es lo suficientemente grande, se generará un PA. Los PA se originan en el cono axónico (la zona de desencadenamiento) y se pueden desplazar hasta 240 km por segundo (150 millas), dependiendo del diámetro del axón y del grado de mielinización, descendiendo por el axón hasta llegar a sus terminales y sinapsis.

Respuestas

1. dendritas, 2. núcleo, 3. mitocondria, 4. sinapsis, 5. microtúbulos, 6. vaina de mielina, 7. cono axónico, 8. terminales de axones, 9. axón, 10. sinapsis

Control de los canales iónicos por el potencial de membrana



Las diferencias en la composición iónica de los fluidos de las membranas celulares conducen a una diferencia en el potencial eléctrico (medida en milivoltios, o mV) de esas membranas. Por ejemplo, en una neurona en reposo, la permeabilidad de la membrana al K⁺ en reposo y la presencia de las proteínas de carga negativa en el interior de la célula, resultará en una diferencia potencial de -70 mV. Los iones solo son capaces de atravesar la membrana celular pasando por unos canales iónicos específicos; uno de sus tipos es el activado por voltaje. Los cambios en el potencial de membrana causan cambios en la conformación de los canales, alterando su estado abierto y cerrado. Cuando la membrana se despolariza y se repolariza, se alcanza un potencial de conjunto (específico para el canal) y los canales se abren y se activan, permitiendo el paso de iones. El cambio subsiguiente en el potencial de membrana desencadena un segundo cambio en la conformación de los canales activados por voltaje, cerrándolos.

Algunos canales activados por voltaje poseen una actividad más compleja y una serie de estados/conformaciones diferentes. Por ejemplo, los tres estados de los canales de Na⁺ activados por voltaje: cerrado, abierto y cerrado e inactivo. Estos tres estados permiten que las membranas de las células neuronales se despolaricen, se repolaricen y que entren en un estado de reposo inutilizable.

En esencia, los canales iónicos activados por voltaje se controlan mediante los cambios en el potencial de membrana, permitiendo el movimiento de iones específicos a través de sus poros transmembranales.

Respuestas

1. negativo, 2. proteínas con carga negativa, 3. membrana celular, 4. K⁺, 5. Na⁺, 6. cerrada en reposo, 7. cerrada e inactiva, 8. abierta

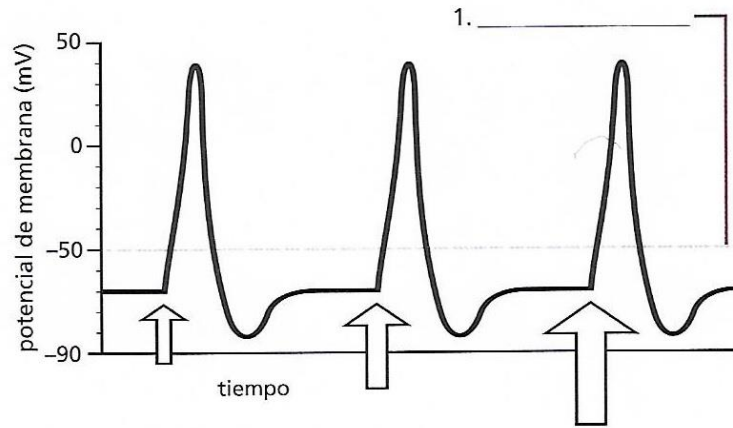
Cómo entender el potencial de acción

Cuando las dendritas reciben estímulos, se generan pequeños impulsos eléctricos (despolarizaciones) que se congregan en el cono axónico (la zona de desencadenamiento). Si la despolarización excede el umbral, se generará un potencial de acción (PA). Todos los PA son del mismo tamaño, independientemente de la intensidad del estímulo, siempre y cuando el estímulo exceda el umbral. Esto se llama el principio del «todo o nada».

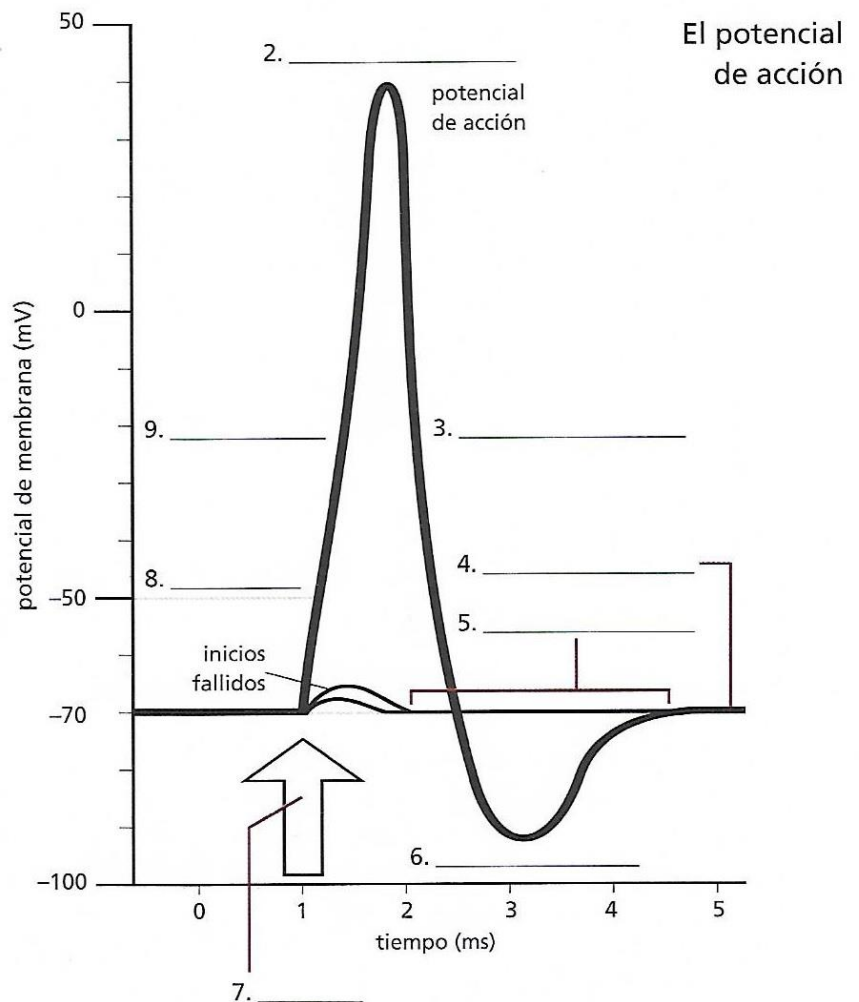
El umbral del potencial de acción es el voltaje de activación, aproximadamente -50 milivoltios (mV), para los canales de Na⁺ activados por voltaje; una vez estos se abren, se produce una rápida entrada de Na⁺ en el gradiente electroquímico. El despolarizar la membrana a unos +50 mV, abriendo así más canales de Na⁺ por el camino, es un ejemplo de retroalimentación positiva. Al poco de abrirse, los canales se cierran con rapidez y de forma espontánea y se vuelven inactivos.

Los canales de K⁺ activados por voltaje se abren muy lentamente en el punto del umbral, permitiendo una salida de K⁺ de acuerdo con sus gradientes electroquímicos. El cerrar los canales de K⁺ activados por voltaje produce una repolarización cuando el K⁺ desaparece. Debido a la naturaleza lenta de los canales de K⁺, la membrana se hiperpolariza, rebasando su potencial de reposo, ya que los canales de K⁺ se cierran lentamente una vez se encuentran por debajo del umbral. El potencial de membrana vuelve al estado de reposo (-70 mV) cuando la bomba de sodio-potasio restablece el equilibrio iónico de la neurona.

Cuando se restablece el potencial de reposo, la inactivación de los canales de Na⁺ activados por voltaje desaparece y estos vuelven a un estado cerrado. La inactivación garantiza que no se puedan volver a abrir los canales: esto se denomina el período refractario.



Efecto de la intensidad del estímulo sobre la magnitud de la despolarización



El potencial de acción

Respuestas

1. Umbral del potencial; 2. canales de Na⁺ activados por voltaje; 3. mayor salida de Na⁺ (repolarización); 4. la bomba de sodio-potasio restablece el potencial de reposo; 5. canales de Na⁺ activados por voltaje; 6. hiperpolarización; 7. estímulo; 8. ambos canales activados por voltaje; Na⁺ y K⁺; se abren; 9. entrada rápida de Na⁺ (despolarización)

Estructura y función sináptica

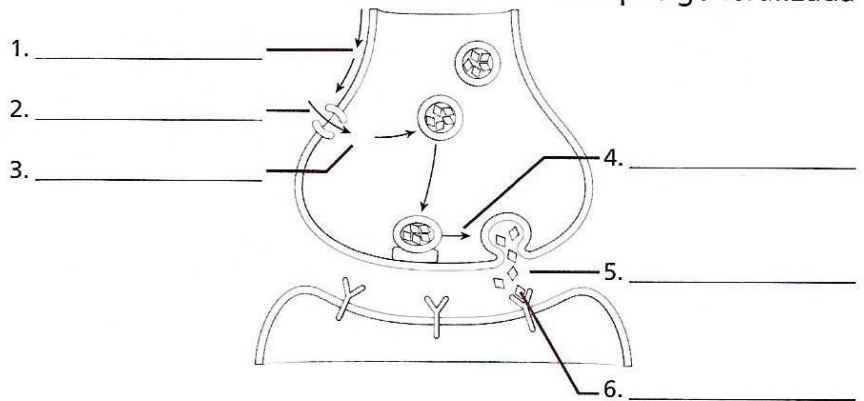
Las sinapsis son los cruces entre las terminales de axones y los tejidos u órganos objetivo. Son zonas bulbosas en el extremo de la terminal axónica y están rodeadas por una membrana presináptica. La membrana objetivo se llama membrana postsináptica. El espacio entre las membranas es la hendidura. En el interior de las membranas existen canales iónicos y proteínas receptoras que son específicas a la sinapsis y al objetivo. Las sinapsis contienen paquetes de neurotransmisores envueltos en membranas (vesículas), que se liberan en la hendidura a la llegada de un potencial de acción (PA).

Cuando los PA llegan a la sinapsis, la membrana presináptica se despolariza, abriendo los canales de Ca^{2+} activados por voltaje e incrementando la concentración intracelular de Ca^{2+} . Esto desencadena la fusión de las vesículas con la membrana presináptica adyacente a la hendidura, y hace que liberen su contenido en el interior de la hendidura. Este es un proceso de exocitosis regulada.

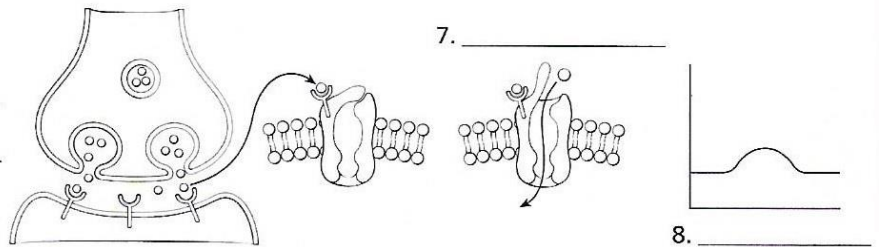
El neurotransmisor se difunde por la hendidura para interactuar con receptores específicos de la membrana postsináptica, cuyo efecto depende del neurotransmisor y del receptor. Los neurotransmisores son retirados de la hendidura por enzimas allí existentes o por la bomba de recaptación de la membrana presináptica.

Los neurotransmisores pueden ser excitatorios o inhibitorios. Los potenciales postsinápticos excitatorios (PPE) resultan en despolarizaciones, y los potenciales postsinápticos inhibitorios (PPI) en hiperpolarizaciones. La suma de los mismos rige la generación de PA.

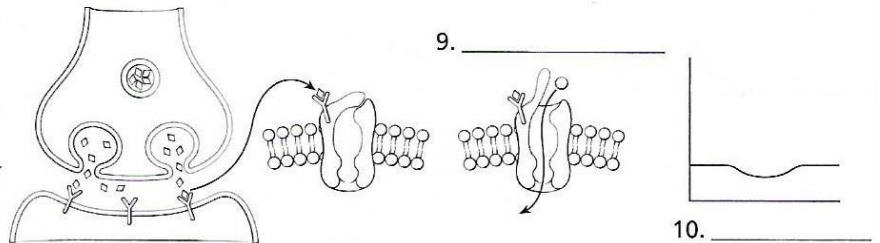
Sinapsis generalizada



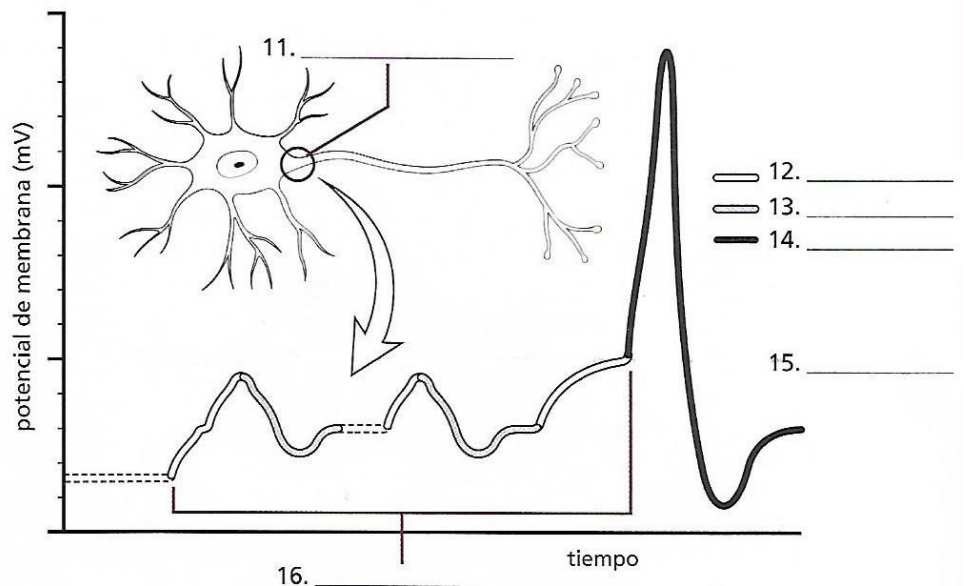
el neurotransmisor excitatorio se une con el receptor



el neurotransmisor inhibitorio se une con el receptor



Neurotransmisores excitatorios e inhibitorios



Respuestas

1. aparece el potencial de acción, 2. se abre el canal de Ca^{2+} activado por voltaje, 3. el Ca^{2+} entra en la célula, 4. exocitosis del neurotransmisor en la vesícula, 5. el neurotransmisor se difunde por la hendidura, 6. el neurotransmisor se une con el receptor específico, 7. abre el canal de Na^{+} activado por ligando, 8. entra Na^{+} , resultando en PPE, 9. abre el canal de Cl^{-} activado por ligando, 10. entra Cl^{-} , resultando en PPI, 11. como axón, 12. PPE, 13. PPI, 14. potencial de acción desencadenado, 15. umbral, 16. suma de PPE y PPI