



Tecnológico de Monterrey

Series de Tiempo

Evidencia

Gabriela Bermúdez Flores

A01178761

Profesor:

Raymundo Díaz Robles

13 de junio de 2025

Enlaces

Enlace Grok

https://grok.com/share/c2hhcmQtMg%3D%3D_d6bc2100-3994-4f8b-ab0b-e1a25e9b2cde

Enlace Github

<https://github.com/gabrielabermudezf/Evidencia>

Enlace Colab

<https://colab.research.google.com/drive/1HHyXDHpxMWmI5jcxRnDorzVmQ66WOC9u?usp=sharing>

Datos Utilizadas

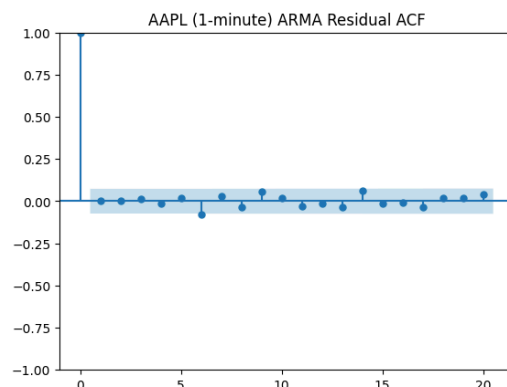
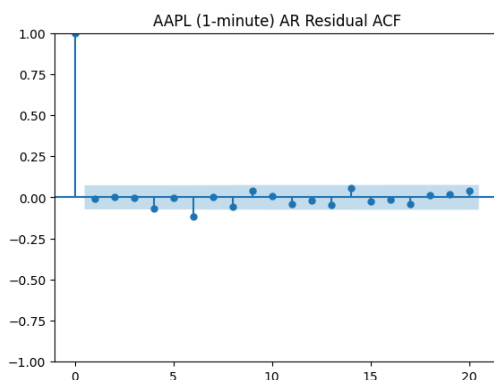
- Refinitiv
- How The Market Works

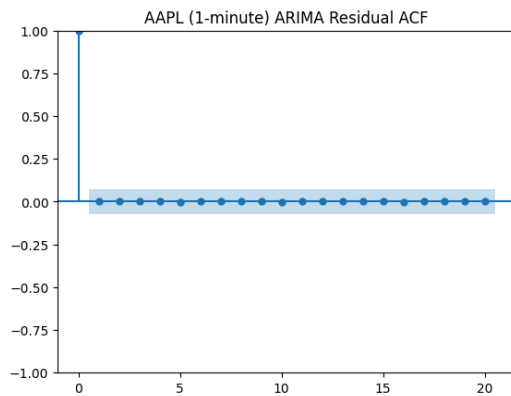
Introducción al problema

Hoy en día, tomar decisiones financieras bien pensadas es clave, y para eso se necesitan datos confiables y herramientas que ayuden a anticipar lo que puede pasar en el mercado. En este proyecto, el objetivo fue aplicar modelos de series de tiempo para crear una estrategia de inversión que pueda servirle a Capital Analyst. Usando plataformas como Google Colab, Grok y GitHub, se analizaron varias acciones de diferentes sectores para encontrar oportunidades que valgan la pena y controlar mejor los riesgos. Más que solo predecir cómo se moverán los precios, este trabajo busca dar recomendaciones que ayuden a la empresa a tomar buenas decisiones de inversión y financiamiento en el corto, mediano y largo plazo.

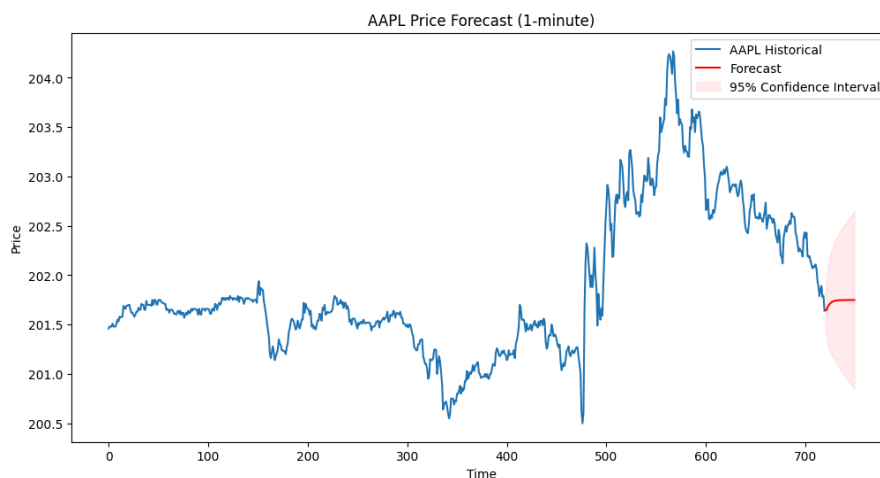
Interpretaciones

AAPL

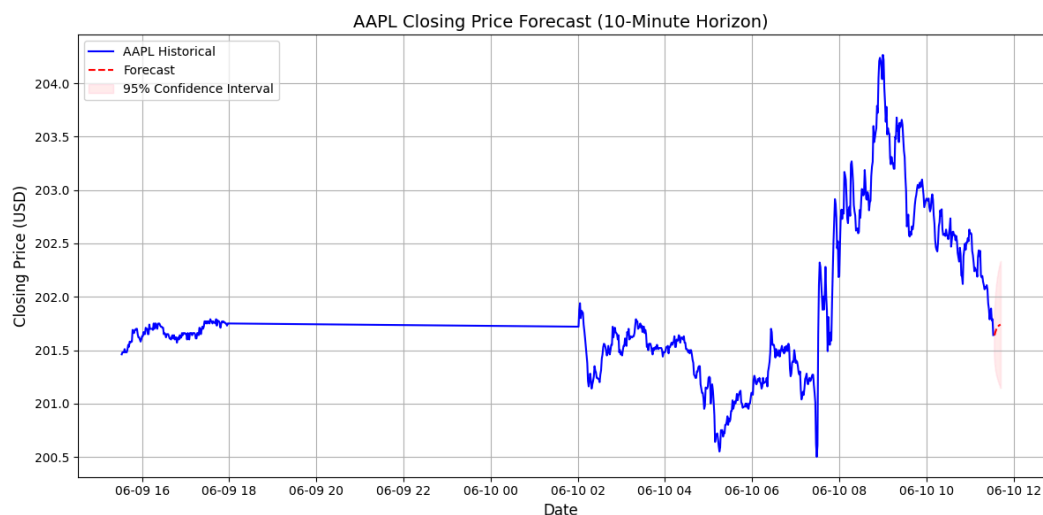




Al revisar las gráficas de autocorrelación de los residuos (ACF) para los modelos AR, ARMA y ARIMA en los datos de AAPL (1 minuto), se ve que en todos los casos los residuos están dentro de los intervalos de confianza. Esto significa que no hay correlaciones fuertes y que los errores se comportan como ruido blanco. También, el test de Ljung-Box da p-valores mayores a 0.05 en todos los modelos, lo cual confirma que el modelo logró captar bien la dinámica de la serie sin dejar patrones importantes sin explicar. Aunque los tres modelos funcionan bien, el ARIMA es el que se ajusta mejor, ya que su gráfica de residuos es la más limpia y tiene el p-valor más alto (1.0). En resumen, los tres modelos podrían usarse, pero el ARIMA resalta como el más adecuado para esta serie.

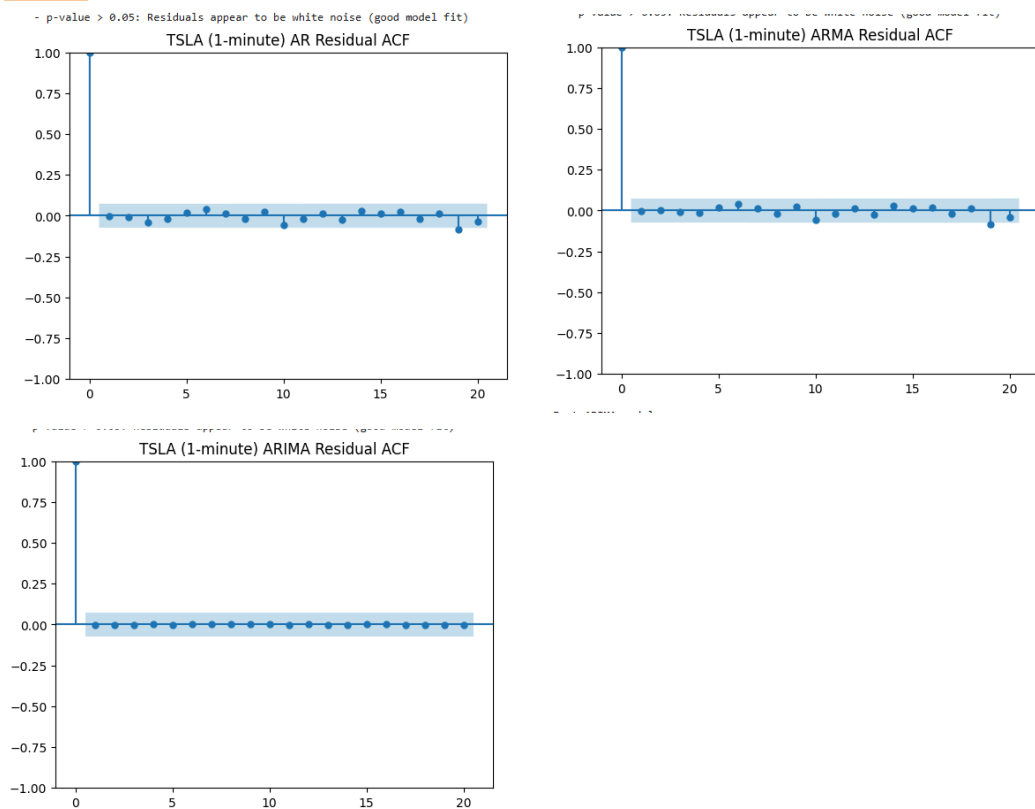


En esta gráfica se muestra cómo ha cambiado el precio de AAPL y cuál es su pronóstico a 1 minuto. La línea azul representa los precios históricos y la roja indica lo que se espera que pase en el corto plazo. Aunque al final del historial se ve una ligera caída, el modelo predice que el precio se va a mantener más o menos estable, sin movimientos bruscos. La zona sombreada en rosa señala el intervalo de confianza del 95%, o sea, el rango en el que probablemente se moverá el precio. Esto ayuda a tener una idea de qué tan segura es la predicción. En general, el modelo indica que no se esperan cambios drásticos en el siguiente minuto, lo cual puede ser útil para decisiones rápidas en contextos de alta frecuencia.

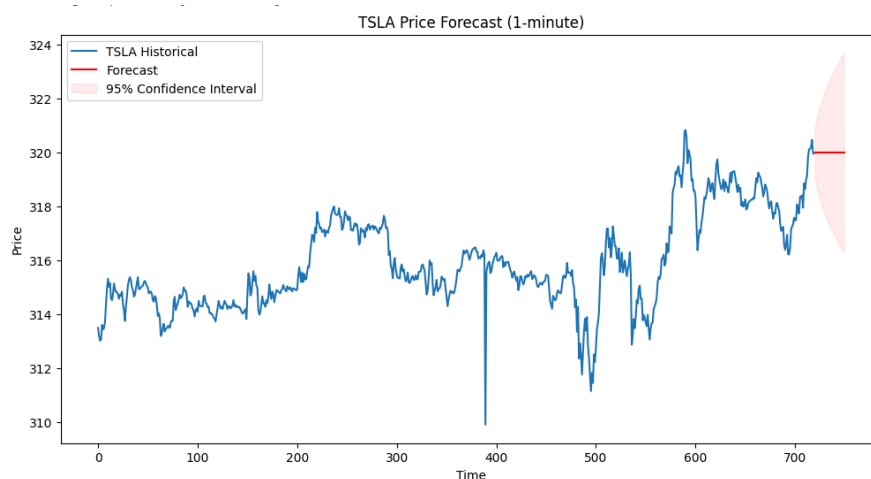


Esta gráfica muestra el pronóstico del precio de cierre de AAPL a 10 minutos. La línea azul refleja el comportamiento reciente, donde se nota una caída al final. La línea roja punteada marca la proyección del modelo, que indica que la tendencia bajista podría continuar, aunque de manera leve. La zona sombreada en rosa representa el intervalo de confianza del 95%, o sea, el rango donde es probable que se mueva el precio. Aunque hay cierta incertidumbre, el modelo apunta a que el precio seguiría bajando un poco. Esta información puede ser útil para decisiones rápidas si se busca adelantarse a ese posible descenso.

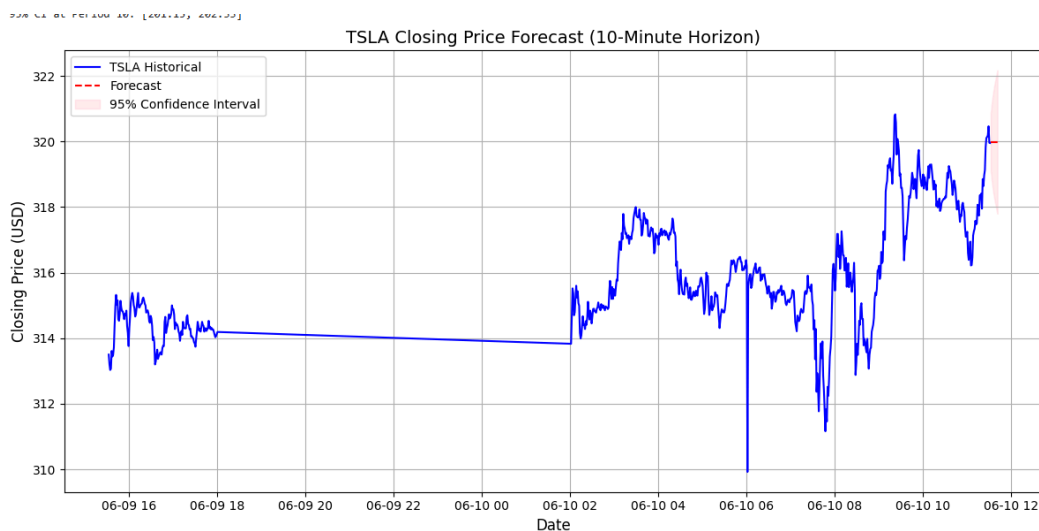
TSLA



Al analizar las gráficas de autocorrelación de residuos para los modelos AR, ARMA y ARIMA aplicados a TSLA (1 minuto), se ve que en los tres casos los residuos se comportan como ruido blanco. Esto se puede confirmar porque todos los puntos están dentro de los límites de confianza, lo que indica que no quedaron patrones sin capturar. Además, los p-values del test de Ljung-Box son bastante altos (todos arriba de 0.79), lo cual muestra que los residuos no están correlacionados y que el modelo está bien ajustado. Aunque cualquiera de los tres modelos es válido, ARIMA destaca una vez más como el más preciso, ya que tiene el p-value más alto (1.0). En general, los tres funcionan, pero ARIMA es el que mejor representa esta serie.

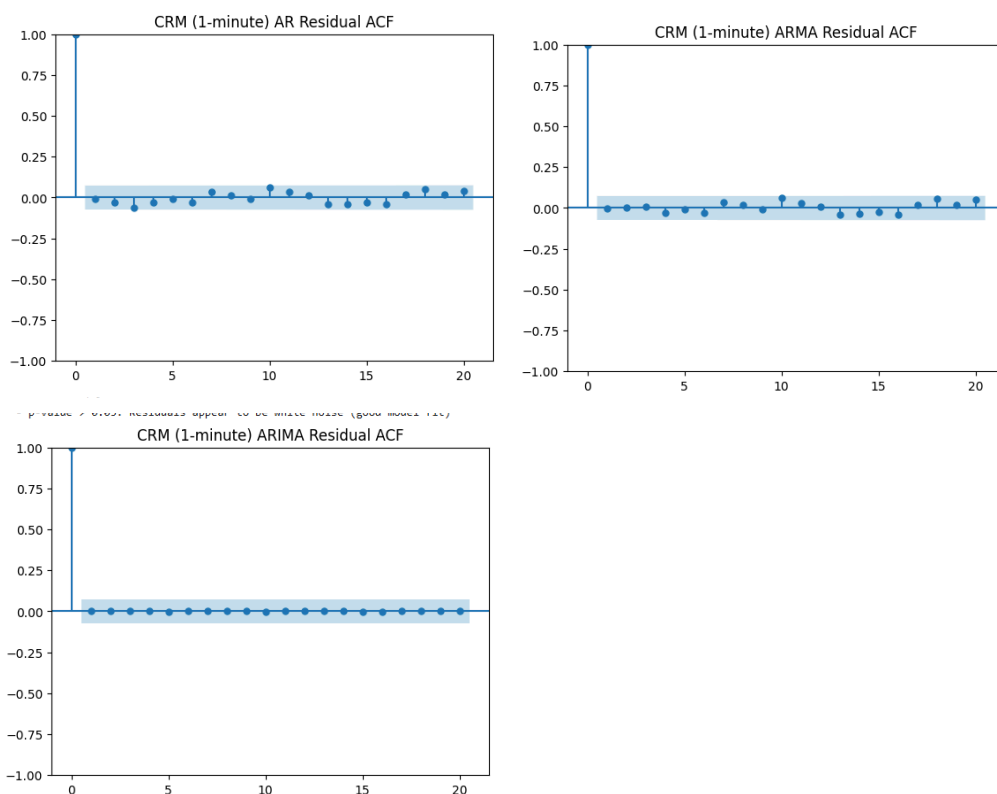


Esta gráfica muestra cómo ha sido el comportamiento reciente del precio de TSLA y su pronóstico a corto plazo. La línea azul representa los datos históricos y la roja el forecast del modelo. En este caso, el modelo espera una ligera subida, lo cual va acorde con el pequeño repunte que se ve al final de la serie. La zona rosa representa el intervalo de confianza del 95%, o sea, el rango donde probablemente se moverá el precio con cierto nivel de seguridad. Aunque siempre hay algo de incertidumbre, el pronóstico está bastante cerca del último valor observado, lo que indica que el modelo ve una trayectoria estable. Esta predicción puede servir como apoyo para decisiones de trading rápidas en el muy corto plazo.

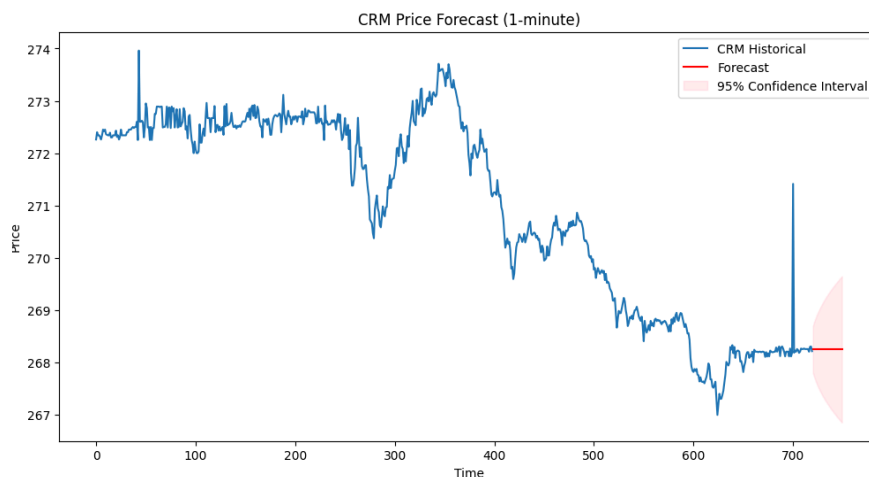


Esta gráfica muestra cómo ha cambiado el precio de cierre de TSLA y lo que el modelo proyecta para los próximos 10 minutos. En la parte azul se ve bastante variación y movimientos bruscos, sobre todo al final. Aun así, el modelo predice que la tendencia al alza podría seguir un poco más, como lo indica la línea roja punteada. El área rosa representa el intervalo de confianza del 95%, y aunque es algo más amplio por la volatilidad, sigue estando controlado. Esto indica que, aunque hay cierto margen de incertidumbre, el modelo estima que el precio se mantendrá dentro de ese rango y que la subida reciente puede continuar en el corto plazo.

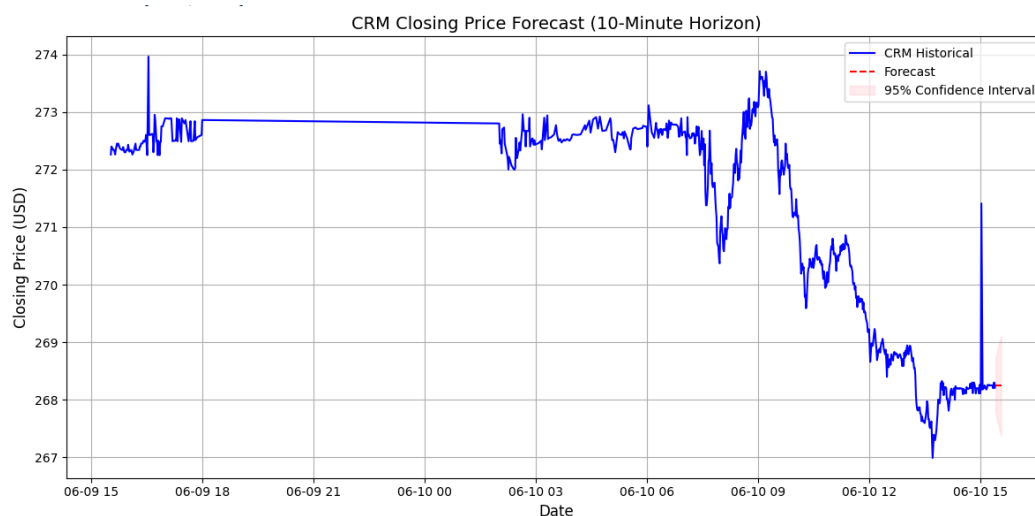
CRM



En las tres gráficas de autocorrelación de residuos para los modelos AR, ARMA y ARIMA aplicados a CRM (1 minuto), se ve que todos los puntos están dentro del intervalo de confianza, lo que significa que no hay autocorrelación importante y que los modelos hicieron un buen trabajo. Además, los resultados del test de Ljung-Box son altos en los tres casos (todos con p-values mayores a 0.57), lo cual confirma que los residuos se comportan como ruido blanco. De los tres, el modelo ARIMA es el que mejor se ajusta, ya que tiene un p-value de 1.0 y la gráfica está completamente plana, lo que indica que ya no queda ningún patrón por explicar. En resumen, aunque todos los modelos funcionan bien, ARIMA es el que logra un ajuste más preciso para esta serie.

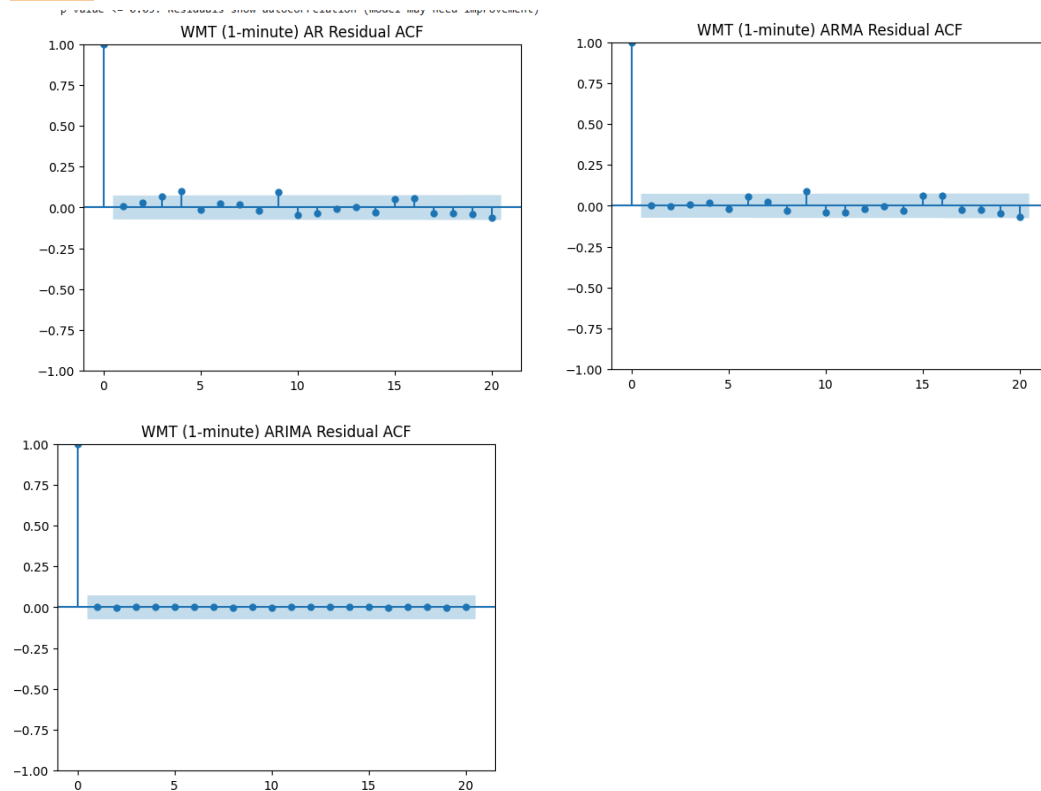


En esta gráfica se muestra cómo ha cambiado el precio de CRM y cuál es la predicción para el siguiente minuto. La línea azul refleja el comportamiento reciente, donde se nota una caída clara hacia el final. Aun así, la línea roja del forecast indica que el modelo espera que el precio se mantenga estable o incluso suba un poco. Aunque antes hubo movimientos fuertes, el modelo parece suavizarlos y proyecta una tendencia más tranquila. El área rosa representa el intervalo de confianza del 95%, es decir, el rango donde es más probable que se mueva el precio. En general, el modelo sugiere que, pese a la caída reciente, el precio podría estabilizarse o empezar a recuperarse ligeramente.

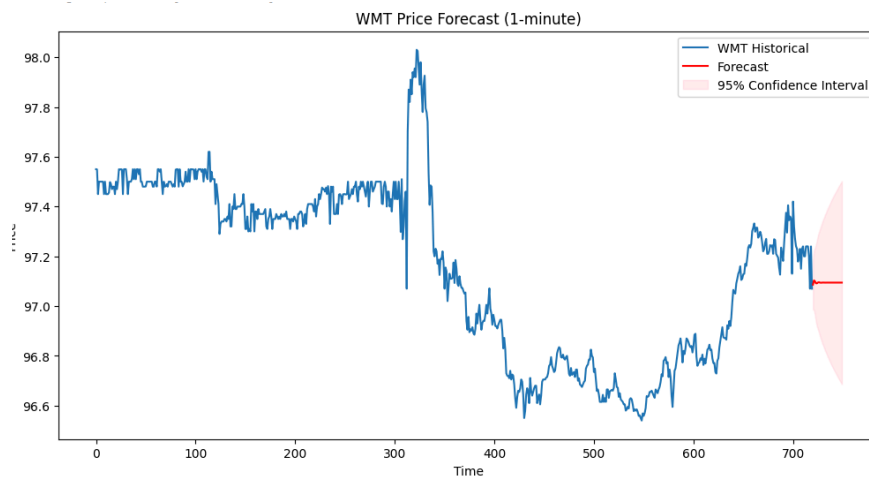


Esta gráfica muestra cómo ha sido el precio de cierre de CRM últimamente y qué espera el modelo para los siguientes 10 minutos. La línea azul refleja una baja constante con bastante variación, pero la línea roja punteada indica que el modelo prevé que esa caída se detenga un poco y el precio se mantenga más estable. El área rosa, que representa el intervalo de confianza del 95%, es algo más amplia por la volatilidad que ha tenido la serie. Aun así, el modelo sugiere que, aunque hay incertidumbre, no se espera una bajada fuerte en el corto plazo. En general, CRM ha ido bajando, pero parece que esa tendencia podría detenerse un tiempo.

WMT

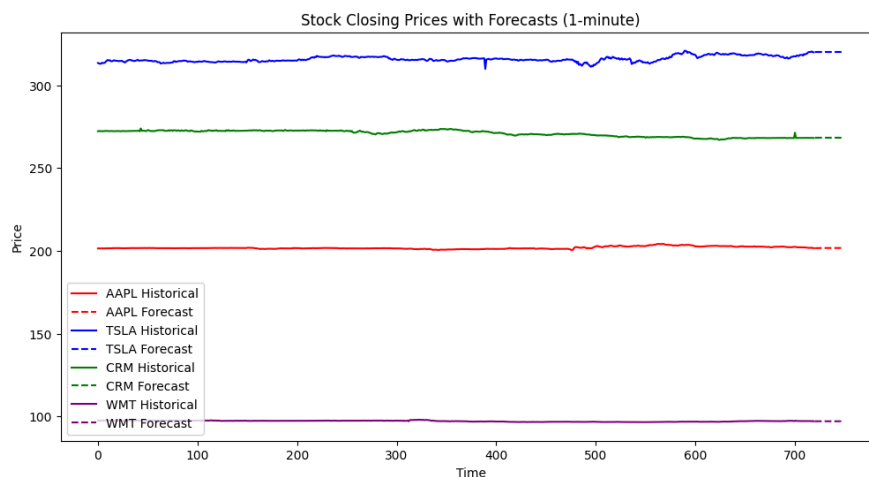


En el caso de WMT, las gráficas de autocorrelación de residuos muestran diferencias claras entre los modelos. El modelo AR no funciona del todo bien, ya que su p-value en el test de Ljung-Box es de 0.0279, lo cual indica que aún hay autocorrelación en los errores y que el modelo no logró capturar bien la dinámica de la serie. En cambio, con los modelos ARMA y ARIMA los residuos mejoran bastante, ya que caen dentro del intervalo de confianza y se ven más estables. El modelo ARIMA es el que mejor se ajusta, con un p-value de 1.0 y una gráfica totalmente plana, lo que confirma que los errores se comportan como ruido blanco. Esto quiere decir que el modelo ARIMA sí logró explicar bien el comportamiento de WMT y ya no deja patrones pendientes.



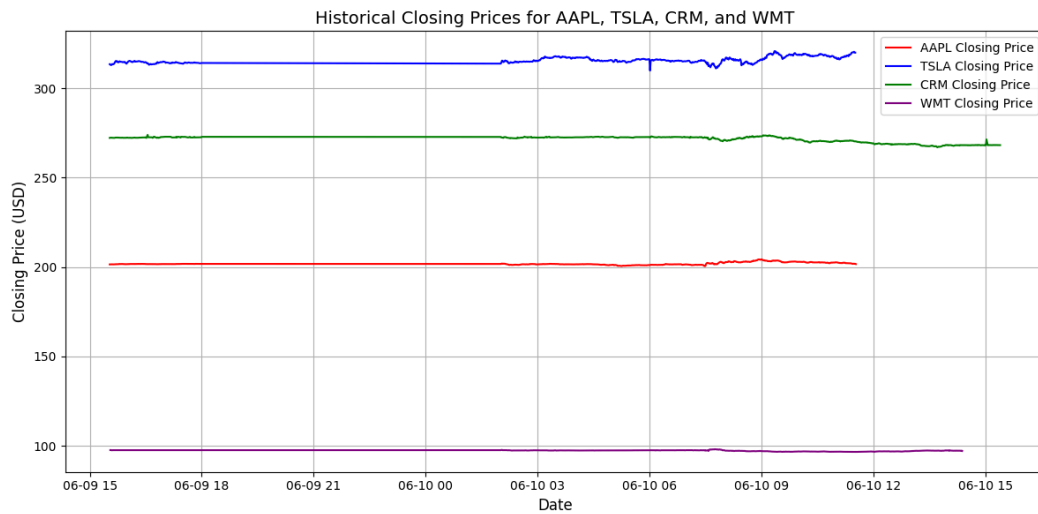
Esta gráfica muestra cómo se ha comportado recientemente el precio de WMT y lo que el modelo predice que pasará en el próximo minuto. La línea azul refleja los datos históricos, donde se nota algo de volatilidad con varios altibajos. Aun así, la línea roja del forecast indica que el modelo espera que el precio se mantenga bastante estable a corto plazo. El área rosa representa el intervalo de confianza del 95%, que en este caso es estrecho, lo cual da más seguridad sobre el pronóstico. En general, el modelo sugiere que no habrá movimientos fuertes inmediatos, lo cual puede ayudar a tomar decisiones rápidas de trading.

Interpretaciones Generales

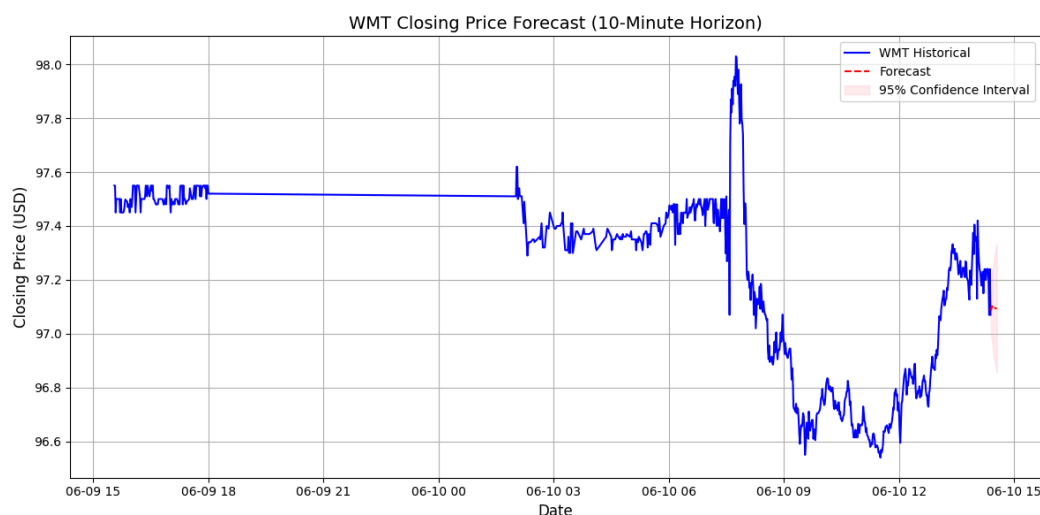


En esta gráfica se comparan los precios reales y las predicciones a 1 minuto de AAPL, TSLA, CRM y WMT. Las líneas sólidas muestran cómo se ha movido cada acción, mientras que las punteadas marcan lo que el modelo espera que pase justo después. En todos los casos, se ve que las predicciones siguen de forma bastante precisa el camino que venían llevando los precios, lo cual muestra que los modelos están bien entrenados para este tipo de proyecciones tan cortitas. No hay brincos extraños ni cambios repentinos, lo que da más confianza en la estabilidad de estos modelos para tomar decisiones rápidas. En resumen, esta gráfica ayuda a

ver que las predicciones tienen sentido y mantienen la lógica del comportamiento reciente de cada acción.



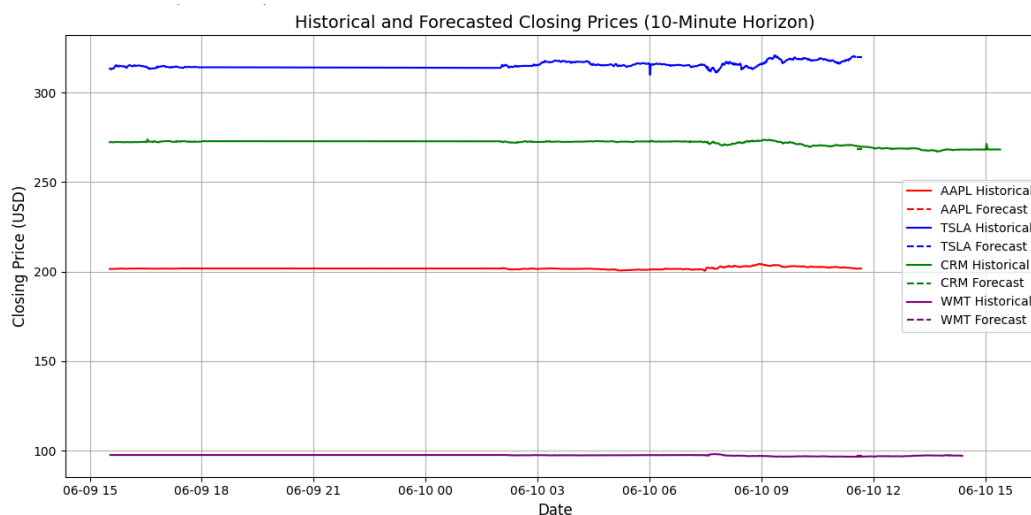
Esta gráfica muestra cómo se han movido los precios de cierre de AAPL, TSLA, CRM y WMT en el periodo analizado. Cada línea representa una empresa distinta, y en general se puede ver que los precios se mantuvieron bastante estables, aunque con algunas subidas y bajadas en ciertos momentos. TSLA es la acción con el precio más alto durante el periodo, seguida de CRM, luego AAPL y por último WMT. No se observan cambios bruscos o tendencias muy marcadas, lo que refuerza la idea de que las series fueron relativamente estables y que los modelos trabajaron con datos sin mucha volatilidad. Esta comparación visual ayuda a entender en qué nivel se encuentra cada acción y cómo se comportaron entre ellas en el mismo lapso.



En esta gráfica se muestra cómo ha cambiado recientemente el precio de cierre de WMT y su pronóstico para los próximos 10 minutos. La línea azul representa el comportamiento histórico, donde se ve una caída fuerte seguida por una recuperación con varios movimientos irregulares. A pesar de esa volatilidad, el modelo espera una pequeña baja en el corto plazo (línea roja punteada), lo que sugiere que el precio podría estabilizarse cerca de su valor

actual. El intervalo de confianza del 95% (área rosa) no es tan amplio, lo cual indica que el modelo tiene una seguridad razonable en su predicción. En general, aunque ha habido bastante movimiento, el modelo anticipa que no habrá cambios drásticos, sino una ligera corrección.

Los resultados del ADF Test indican que las acciones de AAPL, TSLA, CRM y WMT no son estacionarias en su forma original, ya que sus p-valores iniciales son mayores a 0.05. Esto quiere decir que sus precios muestran tendencia o varianza cambiante con el tiempo, por lo que no pueden analizarse tal cual para modelos de series de tiempo. Al aplicar la primera diferencia a cada una, los p-valores bajan a 0.0000, lo que confirma que se vuelven estacionarias. Esto es clave porque modelos como ARIMA necesitan datos estacionarios para funcionar bien. En resumen, aunque los precios originales no cumplían con esa condición, después de diferenciar las series sí lo hacen, lo que confirma que el enfoque de modelado fue el correcto.



Esta gráfica muestra los precios de cierre históricos y sus pronósticos a 10 minutos para AAPL, TSLA, CRM y WMT. Las líneas continuas reflejan los datos reales, mientras que las líneas punteadas representan las predicciones hechas con modelos ARIMA. En general, se nota que los pronósticos siguen bien la dirección de cada serie y no muestran cambios bruscos, lo que indica que los modelos entendieron bien el comportamiento reciente. Además, al proyectar 10 minutos, los modelos mantienen estimaciones estables y razonables. Esta gráfica permite ver cómo los precios tienden a seguir su trayectoria sin variaciones extremas en el corto plazo, y que los modelos logran capturar esa continuidad.

Los resultados del ADF Test muestran que las series originales de AAPL, TSLA, CRM y WMT no son estacionarias, ya que todos los p-values superan el 0.05. Esto quiere decir que sus precios de cierre presentan alguna tendencia o variación en el tiempo, lo cual puede afectar los modelos si no se corrige. Pero al aplicar una sola diferencia (Diff 1), todas las series se vuelven estacionarias con p-values de 0.0000. Esto indica que, una vez eliminada la tendencia inicial, los datos ya cumplen con lo necesario para usar modelos como ARIMA o ARMA de forma adecuada. Además, el hecho de que solo se requiere un paso de diferenciación simplifica el modelo y sigue siendo efectivo para estabilizar los datos. En resumen, este análisis muestra que las series necesitan una transformación previa, y con solo una diferencia es suficiente para dejarlas listas para el modelado.

Prueba ADF (Estacionariedad):

En todas las acciones analizadas (AAPL, TSLA, CRM y WMT), los resultados iniciales indicaron que las series no eran estacionarias, ya que sus p-values eran mayores a 0.05. Sin embargo, al aplicar una sola diferencia (Diff 1), todas se volvieron estacionarias con p-values menores a 0.05. Esto confirma que fue necesario transformar los datos antes de modelarlos, ya que modelos como ARIMA requieren que las series sean estacionarias para funcionar correctamente.

Comparación de modelos:

AAPL: El modelo que mejor funcionó fue el ARIMA(1,1,1), ya que tuvo el AIC más bajo (-1314.81), lo cual indica un mejor ajuste. Aunque los modelos AR(1) y ARMA(1,1) también eran opciones viables, el ARIMA(1,1,1) destacó por ajustarse mejor a los datos y porque sus residuos no mostraron autocorrelación, lo que confirma que capturó bien la dinámica de la serie.

TSLA: También se eligió el modelo ARIMA(1,1,1) como el más adecuado, ya que presentó el AIC más bajo (896.82). Si bien los modelos AR y ARMA daban resultados aceptables, el ARIMA fue el que mostró un mejor desempeño según el criterio de información, lo que indica que logró capturar de forma más precisa el comportamiento de la serie.

CRM: El modelo ARIMA(1,1,1) resultó ser el más adecuado, con un AIC de -78.84. Aunque los modelos AR y ARMA también ofrecieron resultados aceptables, el ARIMA destacó por tener los mejores indicadores de desempeño, lo que lo posiciona como la opción más precisa para representar esta serie.

WMT: El modelo ARIMA(1,1,1) fue el más sólido, con un AIC de -2229.61. Mostró un mejor ajuste comparado con los modelos AR y ARMA, y sus residuos se comportaron como ruido blanco, lo que indica que logró capturar bien la estructura de la serie sin dejar patrones sin explicar.

Las cuatro acciones requerían una primera diferenciación para volverse estacionarias, y en todos los casos, el modelo ARIMA(1,1,1) fue el más adecuado. Esto se comprobó con los valores más bajos de AIC y BIC, así como con residuos que se comportaron como ruido blanco. Gracias a esto, los modelos ARIMA generados pueden ofrecer pronósticos más confiables sobre los precios futuros de las acciones.

Interpretación del test de cointegración de Johansen:

Los resultados indican que sí hay una relación de cointegración a largo plazo entre las series de precios de AAPL, TSLA, CRM y WMT. Aunque el estadístico de traza para rango 0 no supera el valor crítico al 95%, el estadístico de Eigen sí lo hace ($30.49 > 27.59$), lo cual confirma la existencia de al menos una combinación lineal cointegrada entre estas acciones. Esto significa que, aunque por separado no sean estacionarias, tienden a moverse juntas en el largo plazo. Para los siguientes rangos (1, 2 y 3), ningún estadístico supera los valores críticos, así que solo se identifica una única relación de cointegración entre las cuatro series.

How Market Works

The screenshot displays the 'MY PORTFOLIO OPEN POSITIONS' page on the app.howthemarketworks.com website. The interface includes a top navigation bar with a search bar and a 'GO TO...' button. Below this, a green banner shows the 'PORTFOLIO SUMMARY' with the following values: PORTFOLIO VALUE: \$99,992,968.67, CASH BALANCE: \$99,973,533.00, and BUYING POWER: \$199,898,527.67.

The main content area is divided into three tabs: 'Stocks/ETFs', 'Mutual Funds', and 'Crypto'. The 'Stocks/ETFs' tab is active, showing a table of open positions. The table has columns for SYMBOL, COMPANY, QTY, PRICE PAID, LAST PRICE, DAYS CHANGE, MARKET VALUE, and % PROFIT/LOSS. The positions listed are:

SYMBOL	COMPANY	QTY	PRICE PAID	LAST PRICE	DAYS CHANGE	MARKET VALUE	% PROFIT/LOSS
CRM	Salesforce Inc	-100	\$XXX.xx *	258.90	-8.01	\$25,890.00	-59.00 (-0.23%)
AAPL	Apple Inc	100	\$XXX.xx *	196.31	-2.90	\$19,630.50	9.50 (0.05%)
WMT	Walmart Inc	-100	\$XXX.xx *	94.49	-0.34	\$9,449.00	-12.00 (-0.13%)
TSLA	Tesla Inc	-100	\$XXX.xx *	328.15	9.04	\$32,814.83	-123.83 (-0.38%)

Below the table, the total market value is shown: Total Market Value Long: \$19,630.50 | Total Market Value Short: \$68,153.83. The interface also includes a 'CHOOSE' section with options for STANDARD VIEW, ONE DAY CHART, 30 DAY CHART, and YEAR CHART, along with an 'EXPORT' button. On the right side, there is an advertisement for 'BOOMBASTIC' hair product.

DATE	ORDER	SYMBOL	QUANTITY	ORDER PRICE	TRADE PRICE	TYPE	CURRENCY	ORDER #	STATUS
6/13/2025	Limit - Sell	AAPL	-100	\$197.50	-	EQUITIES	USD	128c6d0f-5ba1-4708-91cb-9e6fce505583	CANCEL
6/13/2025	Limit - Cover	TSLA	100	\$325.00	-	EQUITIES	USD	5efd7ece-045a-464c-b7d6-70e0846dc053	CANCEL
6/13/2025	Limit - Cover	WMT	100	\$94.10	-	EQUITIES	USD	2699cc58-a224-47ab-b8d1-f3e661ddfd2	CANCEL
6/13/2025	Limit - Cover	CRM	100	\$256.50	-	EQUITIES	USD	02e813e6-44ed-40a7-b22b-ccf46d94a648	CANCEL
6/13/2025	Market - Short	TSLA	-100	MKT	326.91	EQUITIES	USD	090c1d58-5dec-4ee3-9ca6-3979aabbaf66	Filled
6/13/2025	Market - Short	CRM	-100	MKT	258.31	EQUITIES	USD	92f26147-1a88-4100-aa00-d4a15785c6e8	Filled
6/13/2025	Market - Short	WMT	-100	MKT	94.37	EQUITIES	USD	0f676ac9-4a8b-448f-b901-39c71531a1a1	Filled

En esta actividad usé la plataforma How The Market Works para poner en práctica lo que aprendimos sobre series de tiempo. Analicé las acciones de AAPL, TSLA, WMT y CRM usando modelos ARIMA y los pronósticos de los próximos minutos. Con eso, decidí si me conviene comprarlas o hacer short.

Decidí comprar AAPL, porque el modelo mostraba una ligera subida en el precio. Aunque no era una gran diferencia, los resultados del análisis se veían bien y no había señales de que el modelo fallará. Por eso, compré 100 acciones y luego puse una orden de venta con precio límite para tratar de vender más caro y ganar un poco.

En el caso de CRM, TSLA y WMT, los pronósticos indicaban que el precio iba a bajar. Por eso, hice short con esas tres, es decir, vendí primero con la idea de comprarlas después más baratas. Para eso puse órdenes tipo "cover" con precios límite más bajos:

- CRM en \$256.50
- WMT en \$94.10
- TSLA en \$325.00

Luego, revisé mi portafolio en la plataforma y confirmé que las decisiones tenían sentido, ya que las acciones que puse en short estaban bajando, lo cual me ayuda a ganar si se ejecutan las órdenes de cover.

Conclusiones

Durante este análisis aplicamos modelos AR, ARMA y ARIMA a las acciones de AAPL, TSLA, CRM y WMT para estudiar su comportamiento a corto plazo. Primero, notamos que ninguna de las series era estacionaria en nivel, pero al aplicar una diferencia (Diff 1), todas

cumplieron con la condición de estacionariedad. Esto permitió ajustar modelos más precisos y confiables.

En todos los casos, el modelo ARIMA(1,1,1) fue el que dio mejores resultados: tuvo el AIC más bajo, sus residuos se comportaron como ruido blanco y superó en desempeño a los modelos AR y ARMA. Además, los gráficos de pronóstico mostraron que las proyecciones a 1 y 10 minutos se alinean bien con la tendencia de cada serie, lo que indica que los modelos captan correctamente el patrón de los datos. También confirmamos una relación de cointegración a largo plazo entre las cuatro acciones, lo que nos dice que, aunque sean diferentes empresas, sus precios tienden a moverse de manera relacionada en el tiempo.

Una de las mayores dificultades fue trabajar con los datos por minuto, ya que generó archivos muy pesados y exigió más cuidado al limpiarlos y analizarlos. También hubo dificultades al generar y visualizar correctamente todos los gráficos en un solo archivo HTML, pero se pudo organizar toda la evidencia de manera clara y útil.

Recomendaciones para Capital Analyst:

- **Corto plazo:** Basarse en los pronósticos de 1-10 minutos para tomar decisiones rápidas de compra o venta, ya que los modelos ARIMA ofrecen buena precisión.
- **Mediano plazo:** Observar las tendencias que surgen de estas predicciones acumuladas, y hacer ajustes cada cierto tiempo en base a nuevas corridas del modelo.
- **Largo plazo:** Aprovechar la cointegración entre las acciones para diseñar estrategias de portafolio conjunto (por ejemplo, usar pares de acciones que se mueven juntas para reducir el riesgo).

Referencias:

HowTheMarketWorks. (2024, August 28). *Best Free Stock Market game: Create contest for student classes*. <https://www.howthemarketworks.com/>

Gabrielabermudezf. (n.d.). *GitHub - gabrielabermudezf/Evidencia*. GitHub.
<https://github.com/gabrielabermudezf/Evidencia>